

Università degli Studi di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
STORIA E INFORMATICA

CICLO XXI

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE DI AFFERENZA:

ING-INF/05

LA CITTÀ DI BOLOGNA E LA SUA STORIA:
DIFFUSIONE E CONDIVISIONE DELLE
CONOSCENZE ATTRAVERSO WEBGIS OPEN
SOURCE E WEB MAPPING

PRESENTATA DA:

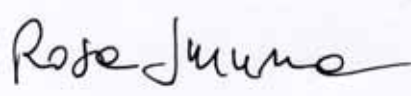
ELISA PASELLI

COORDINATORE DOTTORATO:

PROF. SSA FRANCESCA BOCCHI

RELATORE:

PROF.SSA ROSA SMURRA



Esame finale anno 2009

INDICE

	Pag.
INTRODUZIONE.....	1
 - CAPITOLO 1 -	
Generalità sui Sistemi Informativi Geografici	4
1.1 I GIS.....	4
1.2 Rappresentazione cartografica	5
1.3 Dati raster.....	11
1.4 Dati vettoriali	13
1.5 Dati alfanumerici - Attributi	18
1.6 Funzioni ed operatori GIS.....	20
1.7 I GIS commerciali.....	25
1.8 Panorama di GIS Open Source	27
1.9 Applicazioni.....	36
1.10 Applicazioni in campo storico e archeologico.....	37
 - CAPITOLO 2 -	
Costruzione del GIS storico: il progetto	44
2.1 Premessa	44
2.2 La base cartografica: la CTC	44
2.3 Le iconografie di Bologna	46
2.4 La georeferenziazione.....	58
2.4.1 Analisi delle cartografie storiche	60
2.4.2 Georeferenziazione delle cartografie storiche.....	67
2.4.2.1 Procedimento di georeferenziazione.....	67
2.4.2.2 Georeferenziazione in dettaglio e studio degli scarti quadratici medi	71
2.5 Vettorializzazione del Catasto Pontificio.....	74
2.5.1 Vettorializzazione automatica.....	74
2.5.2 Vettorializzazione manuale	79
2.6 Altri strati informativi	84
2.6.1 Mura di Bologna	84
2.6.2 Rete idrica secondo Cherubino Ghirardacci e Chiaviche	87
2.6.3 Area del Ghetto	88
2.6.4 Parrocchie medievali.....	89
2.6.5 Caserme austriache	90
2.6.6 Emergenze architettoniche.....	91
2.6.7 Toponomastica storica	92
2.7 Evoluzione del sistema: GIS 3D	95
 - CAPITOLO 3 -	
La pubblicazione dei dati su Internet: i Web Mapping	98
3.1 Premessa	98
3.2 Visualizzatori territoriali della famiglia Google	99

3.2.1	Google Maps	99
3.2.2	Google Earth	104
3.2.3	Dialogo fra i due strumenti: file kml.....	108
3.2.4	Integrazione con i dati GIS	113
3.2.5	Pubblicazione su Web di mappe dai contenuti geografici ...	115
	3.2.5.1 Google Maps Mashup	115
	3.2.5.2 Google Maps Mashup e Timeline	119
	3.2.5.3 La piattaforma Google Earth	124
3.3	Altri visualizzatori proprietari.....	125
3.4	Un Web Mapping open source: OpenLayers.....	127
 - CAPITOLO 4 -		
	La pubblicazione dei dati su Internet: il WebGIS	132
4.1	Premessa	132
4.2	MapServer e la sua architettura.....	133
4.3	La struttura del mapfile	135
	4.3.1 Map Object.....	135
	4.3.2 Layer, Class, Symbol e Label Object.....	136
	4.3.3 Legend Object	139
	4.3.4 Querymap Object	140
	4.3.5 Reference Object.....	140
	4.3.6 Scalebar Object	141
	4.3.7 Projection Object	142
	4.3.8 Web Object	142
4.4	Il file html	143
4.5	Chameleon	145
4.6	WebGIS delle informazioni storiche di Bologna.....	147
	4.6.1 Installazione di MapServer	147
	4.6.2 Installazione di Chameleon.....	148
	4.6.3 Il mapfile e il file html	148
	4.6.4 Il file css	149
	4.6.5 Il WebGIS	151
	4.6.5.1 Gli strumenti di navigazione	151
	4.6.5.2 La legenda	152
	4.6.5.3 La mappa.....	153
	4.6.5.4 La mappa di inquadramento e la scala.....	154
	4.6.5.5 La query	155
	CONCLUSIONE.....	157
	BIBLIOGRAFIA.....	159
	SITOGRAFIA	166
	APPENDICE	169

INTRODUZIONE

L'obiettivo di questa tesi è quello di realizzare un GIS che contenga informazioni storiche riguardanti la città di Bologna per poi diffonderlo, pubblicarlo e condividerlo su Web con sistemi WebGIS e Web Mapping.

Attraverso il Web, gli studi e le ricerche che hanno per oggetto la città e la sua storia possono essere "open" ossia "aperti", non raggiungendo solamente un pubblico di specialisti o esperti di settore, ma cercando di arrivare ad un'utenza molto più vasta che ha così la possibilità di meglio comprendere il territorio e le sue dinamiche di trasformazione, oltre che capire come tutelarlo e intervenire su di esso.

L'uso, associato al Web, di tecnologie informatiche come i GIS che raccolgono il patrimonio cartografico documentale, elaborano immagini, gestiscono, strutturano ed analizzano i dati geografici, permette una miglior fruibilità delle informazioni sia in termini di accesso sia in termini di comprensione.

Nella seguente ricerca si cercherà di spiegare i processi che hanno portato alla realizzazione su Web di mappe interattive dal contenuto storico, partendo dalla costituzione di un GIS.

Il GIS sarà la piattaforma su cui raccogliere e gestire dati riferiti ad uno specifico territorio e consentirà, partendo da una vista cartografica, molteplici letture e confronti delle informazioni riguardanti il presente ed il passato, oltre che un accesso al database in modo facile e intuitivo.

Il database geografico sarà popolato da dati d'origine e natura diversa: alcuni dati saranno costituiti da cartografie storiche scansionate e posizionate (georeferenziate) sulla cartografia tecnica comunale, altri dati saranno il risultato di operazioni di vettorializzazione delle fonti iconografiche, altri dati saranno il risultato di ricerche compiute su fonti descrittive e georiferiti in base a chiavi territoriali, altri ancora saranno dati storici di tipo alfanumerico.

Il GIS finale accoglierà quindi vari strati informativi che rappresenteranno elementi come le mura della città, la rete idrica, le parrocchie medievali, le emergenze architettoniche, la toponomastica storica, etc., frutto del lavoro di ricerca degli storici afferenti al «Centro "Gina Fasoli" per la storia delle città». A questi layer cartografici sarà aggiunto un ulteriore strato derivante dalla vettorializzazione del Catasto Pontificio del 1835, che permetterà di aver un'idea dell'edificato a quella data.

La diffusione e la condivisione dei dati raccolti saranno affidate ai WebGIS e ai Web Mapping. I due servizi si presentano in maniera diversa nonostante abbiano lo stesso obiettivo comune: diffondere dati in forma cartografica.

Il Web Mapping è una piattaforma geografica il cui contenuto è collegabile a dati provenienti da diverse sorgenti di informazioni (per esempio immagini da Flickr, video da YouTube, etc.) e si presenta come un servizio che, grazie ad una interfaccia semplice, intuitiva e comunicativa, è capace di arrivare in modo immediato all'utente finale.

I WebGIS sono, invece, servizi più complessi che contengono strumenti di navigazione e interrogazione molto simili ad un GIS tradizionale e per questo motivo risultano più difficili da utilizzare per un utente non esperto.

Nell'analizzare i due strumenti si cercherà di utilizzare gli applicativi che provengono dal mondo Open Source.

La scelta di utilizzare soluzioni Open Source deriva dal fatto che i prodotti "liberi", oltre ad essere vantaggiosi perché hanno un costo nullo, offrono la possibilità di personalizzare il proprio servizio semplicemente agendo sui codici sorgente del programma.

Inoltre, utilizzando un prodotto Open Source, si ha la sensazione di dare il proprio contributo alla miglìoria di un progetto, partecipando, in pieno spirito collaborativo, alla condivisione di dati, software, idee e progetti, conoscenze, standard "aperti e condivisi" e know how.

Il lavoro è strutturato in quattro capitoli.

Nel primo capitolo si riprendono i concetti che stanno alla base di un sistema informativo geografico (GIS), come la rappresentazione cartografica, i dati geografici e le sue diverse tipologie, le operazioni e le funzioni possibili.

Si effettua una piccola rassegna sui GIS commerciali e sui GIS Open Source oggi presenti sul mercato e si analizzano alcune esperienze di utilizzo del GIS in campo storico e archeologico.

Nel secondo capitolo viene spiegato il procedimento che ha portato alla creazione del GIS storico della città di Bologna.

Oltre a motivare la scelta della base cartografica utilizzata, si prendono in considerazione le principali cartografie che hanno per oggetto Bologna e si descrive il metodo utilizzato per analizzare, georeferenziare e vettorializzare alcune di esse. Vengono qui discusse le analisi sulle distorsioni delle carte storiche e le problematiche di georeferenziazione e di vettorializzazione automatica. Dopo aver descritto la procedura di vettorializzazione manuale si passa a descrivere il contenuto degli altri layer cartografici che vanno ad arricchire il GIS. Sul finire del capitolo si riportano le possibili evoluzioni dei GIS.

Nel terzo capitolo si analizza il funzionamento di alcuni applicativi e Web Mapping proprietari come Google Earth e Google Maps e di un Web Mapping Open Source come OpenLayers. Viene inoltre spiegato come avviene l'integrazione tra il GIS e i Web Mapping tramite l'uso del file kml e come è possibile pubblicare i dati geografici sul proprio sito Web.

Vista la necessità di coniugare il tempo e lo spazio si spiega, sul finire del capitolo, come è stato possibile integrare nel servizio di Google Maps una barra del tempo capace di esplorare geograficamente e temporalmente gli oggetti messi a sistema.

Nel quarto capitolo si descrive il procedimento che ha portato alla creazione del WebGIS contenente le informazioni storiche, dando uno sguardo al principio di funzionamento dei due ambienti di sviluppo utilizzati (MapServer e Chameleon) e soffermandosi sulla struttura dei due file necessari al funzionamento del WebGIS: il mapfile e il file html.

In appendice si riporta un elenco dei file html necessari al funzionamento del WebGIS realizzato.

CAPITOLO 1

CAPITOLO 1

GENERALITÀ SUI SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI

1.1 I GIS

La parola GIS è l'acronimo di Geographic Information System (Sistema Informativo Geografico). Secondo una delle prime definizioni che sono state date, per GIS si intende un "insieme di strumenti atti Federal Department of Forestry and Rural Development ad acquisire, archiviare, estrarre, elaborare e rappresentare dati spaziali del mondo reale"(Bourrough, 1986).

Il primo GIS apparve nel 1964 quando Roger Tomlinson del "Federal Department of Forestry and Rural Development" promosse e avviò il "Canada Geographic Information System-CGI"¹, un progetto volto a raccogliere su base cartografica canadese l'immensa quantità di dati prodotta dal Canada Land Inventory: informazioni sull'uso del suolo, agricoltura, silvicoltura, flora, fauna, etc..

Nonostante il progetto fosse molto "semplificato", esso ha dato origine alle migliaia di progetti GIS che ancora oggi si realizzano.

Il funzionamento del GIS è molto semplice. Il GIS mostra una porzione del territorio e per ogni entità rappresentata vengono gestite numerose informazioni: oltre alla geometria e al posizionamento sono riportate le informazioni non geografiche collegate all'oggetto geografico. Per esempio, se all'interno di un GIS viene rappresentato un edificio, sullo stesso edificio, si possono ottenere informazioni relative all'area, all'altezza, all'anagrafe dei residenti, all'anno di costruzione, alla destinazione d'uso, etc..

Il GIS gestisce quindi una parte grafica e una parte alfanumerica di un oggetto, coinvolgendo sia strumenti di gestione di banche dati relazionali (DBMS), sia strumenti di trattamento delle informazioni grafiche (CAD).

Il GIS, quindi, non è solo uno strumento di produzione di cartografia automatica, ma è anche uno strumento di analisi del territorio mediante tecniche che operano su una banca dati di tipo geografico.

In questi anni le tecnologie GIS hanno avuto un enorme sviluppo, aiutate anche dalla diffusione su Internet dei WebGIS, sottoprodotto dei GIS, che consentono la rappresentazione e l'interrogazione dei dati territoriali su Web.

Questa spinta impulsiva ha portato i GIS a diffondersi in molte discipline diventando uno strumento indispensabile per lo studio e la ricerca.

¹ A. Lodovisi - S. Torresani, *Storia della cartografia*, Pàtron, Bologna, 1996, p. 287.

1.2 RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Per poter rappresentare il mondo reale è necessario avere alcune conoscenze di cartografia.

La Cartografia è una disciplina nata allo scopo di poter rappresentare su carta una parte del territorio terrestre e i suoi elementi naturali (fiumi, argini, etc.) e artificiali (confini, curve di livello, etc.). L'operazione di rappresentare su una superficie piana una superficie tridimensionale è tutt'altro che semplice, che comporta in ogni caso un'alterazione geometrica e una deformazione degli oggetti sulla carta.

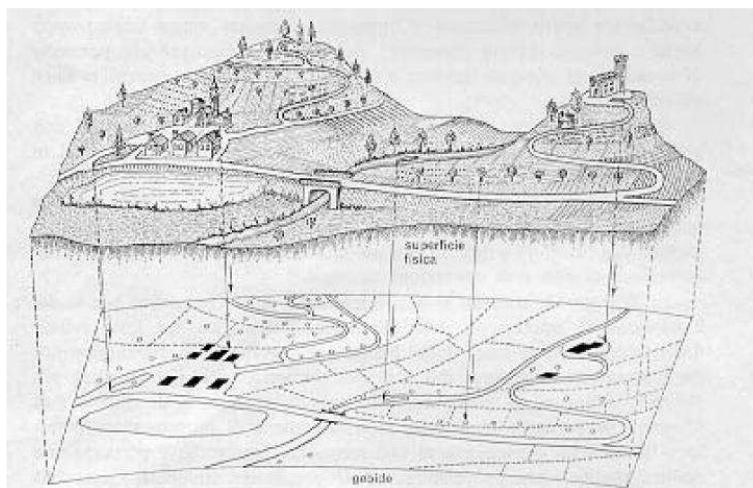


Figura 1 - Superficie fisica e sua rappresentazione sul piano
(fonte immagine: <http://www.architettura.unipa.it/villa/Geodesia.pdf>)

Per poter passare dalla superficie terrestre ad una sua rappresentazione cartacea sono necessarie una serie di operazioni, prima fra tutte la scelta della superficie di riferimento. La superficie terrestre presenta un andamento irregolare e per questo non può essere utilizzata come superficie di riferimento; a tale scopo si ricorre ad una superficie chiamata geoide, definita come la superficie equipotenziale passante per il livello medio del mare in un determinato punto².

La difficoltà di poter determinare la superficie matematica del geoide ha portato all'uso, in geodesia e in cartografia, di una ulteriore superficie che meglio approssimi la superficie terrestre: l'ellissoide.

L'ellissoide è quindi la superficie di riferimento che serve per tutte le rappresentazioni del globo su piano, mentre per i rilievi altimetrici ci si riferisce al geoide.

Fin dai primi anni dell'Ottocento sono stati studiati diversi ellissoidi in grado di approssimare il geoide. L'impossibilità di un ellissoide di rappresentare l'intera superficie terrestre ha portato però ogni nazione a dotarsi di un proprio sistema di riferimento locale.

Ogni nazione sceglie l'ellissoide di riferimento (quasi tutte utilizzano l'ellissoide di Hayford riconosciuto a livello internazionale nel 1924) e lo orienta in modo da aver la miglior approssimazione sul proprio territorio. L'operazione di orientare

² G. Folloni, *Principi di Topografia*, Pàtron, Bologna, p. 63.

l'ellissoide in un punto, di solito coincidente con un centro astronomico, definisce il *datum*.

Oggi, con l'avvento dei sistemi satellitari, è possibile utilizzare un sistema di riferimento globale geocentrico in grado di rappresentare l'intero globo.

Nel percorso che porta alla redazione di una mappa cartografica, il passo successivo alla scelta della superficie di riferimento è definire il metodo di proiezione della superficie terrestre. Infatti, per rappresentare un ellissoide su un piano è necessario utilizzare delle tecniche di proiezione che impiegano delle funzioni di trasformazione analitiche.

Le proiezioni cartografiche possono essere raggruppate in tre classi:

- proiezioni prospettiche: proiezioni dell'ellissoide su un piano da un punto di vista O che può coincidere con il centro della terra oppure essere un punto posto oltre la sfera terrestre;

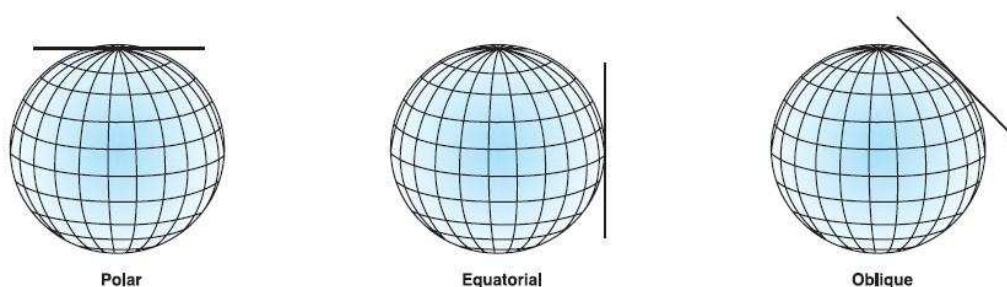


Figura 2 – Le proiezioni prospettiche

(fonte immagine: [http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map projections/Understanding Map Projections.pdf](http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/Understanding%20Map%20Projections.pdf))

- proiezioni coniche: la terra viene involupata da una superficie conica che può essere tangente o secante alla terra e può avere un'ampiezza variabile così come può cambiare il suo orientamento rispetto l'asse terrestre. Tutte queste variabili determinano diverse proiezioni coniche;

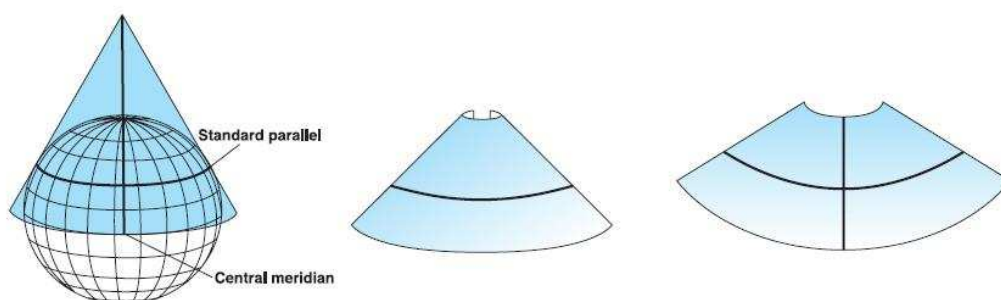


Figura 3 – Le proiezioni coniche

(fonte immagine: [http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map projections/Understanding Map Projections.pdf](http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/Understanding%20Map%20Projections.pdf))

- proiezioni cilindriche: la terra viene involupata da un cilindro tangente. Se il cilindro è tangente all'equatore si avrà una proiezione conica diretta, se invece è tangente ai poli si avrà una proiezione cilindrica inversa.

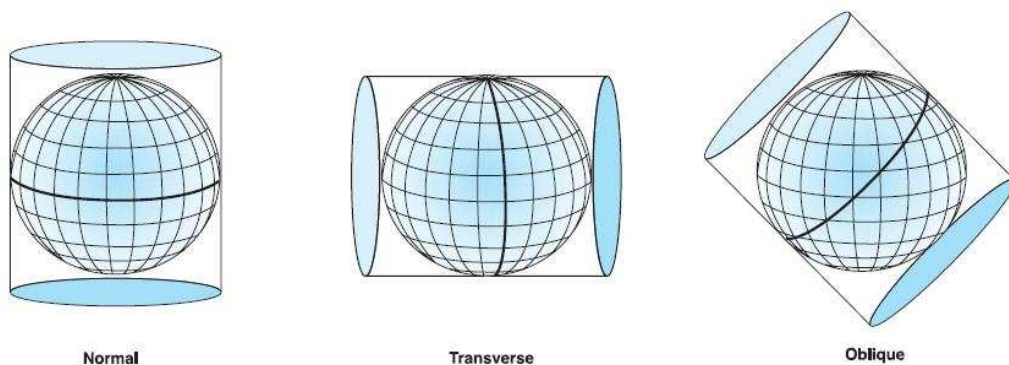


Figura 4 – Le proiezioni cilindriche
(fonte immagine: [http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map projections/Understanding Map Projections.pdf](http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Map%20projections/Understanding%20Map%20Projections.pdf))

Per ottenere una miglior precisione nelle operazioni di misura sulle carte non si utilizzano le coordinate curvilinee φ e λ (rispettivamente latitudine e longitudine) del globo, ma si utilizza un sistema di coordinate piane x e y , che in cartografia vengono chiamate coordinate Est (E) e Nord (N) e che rappresentano in metri la distanza dal meridiano di riferimento e dall'equatore.

Partendo dalle coordinate curvilinee si passa quindi alle coordinate metriche attraverso delle funzioni che si possono così scrivere:

$$x = f(\varphi)$$

$$y = g(\lambda).$$

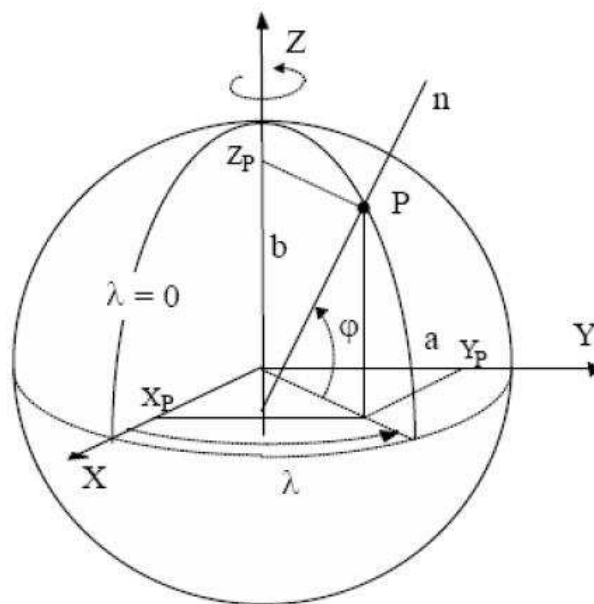


Figura 5 – Immagine del globo con relazione tra latitudine e longitudine e le coordinate metriche
(fonte immagine: http://www.unionevallinatorese.it/public/documenti/rappresentazione_superficie.pdf)

I *datum* più utilizzati in Italia sono: Roma40, l'UTM-ED50 (Universal Trasversal Mercatore), il sistema mondiale UTM-WGS84 e il sistema catastale.

La cartografia italiana è stata inquadrata nel sistema Nazionale, chiamato Roma40 che utilizza l'ellissoide di Hayford. L'ellissoide è tangente al geoide in corrispondenza dell'Osservatorio Astronomico di Monte Mario. La proiezione utilizzata è la proiezione di Gauss, proiezione cilindrica inversa, divisa in fusi di 6° di ampiezza, denominata Sistema Nazionale Gauss-Boaga, rendendo omaggio al prof. Boaga, che allestì le tavole per il calcolo numerico delle coordinate.

È il sistema di riferimento geodetico utilizzato dall'Istituto Geografico Militare Italiano e da numerose Carte Tecniche Regionali.

Per evitare valori negativi nella coordinata Est, vengono convenzionalmente utilizzate delle false origini, che per i due fusi assumo i seguenti valori: 1500 Km per il fuso Ovest e 2520 Km per il fuso Est. Dalla coordinata Est di un punto si capisce subito a quale fuso appartiene, infatti se il punto appartiene al primo fuso la prima delle 7 cifre è un 1, mentre se appartiene al secondo fuso la prima delle 7 cifre è un 2.

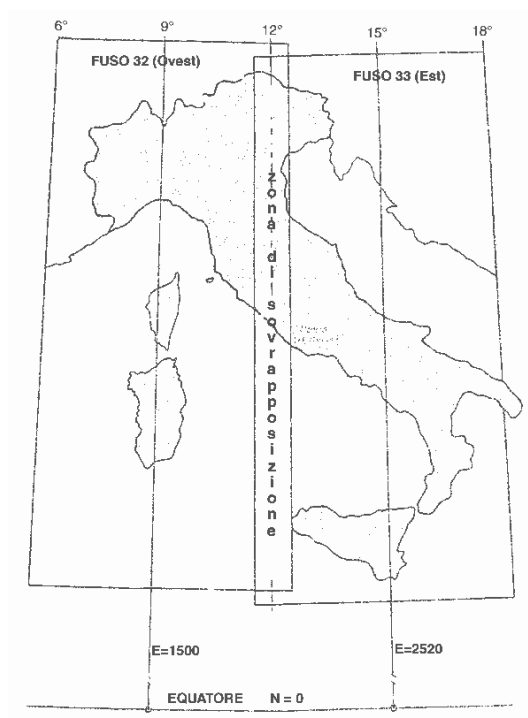


Figura 6 - I fusi della cartografia italiana nel sistema nazionale Gauss-Boaga
(fonte immagine: http://www.gpscomefare.com/cartografia/cartesucd/images_ctr/fusi_utm.gif)

Il datum ED50 utilizza sempre l'ellissoide di Hayford, ma centra l'ellissoide a Postdam (Germania). Il sistema UTM è un sistema di coordinate cartesiane di uso mondiale che suddivide il globo in 60 fusi di 6° di ampiezza ciascuno, numerati progressivamente in senso antiorario partendo dall'antimeridiano di Greenwich.

Anche per le coordinate UTM ED50 si è convenzionalmente assunta una falsa origine, il cui valore è di 500 km alla coordinata Est.

I fusi sono suddivisi in 20 fasce di 8° in latitudine. L'intersezione tra un fuso e una fascia dà origine ad una zona. Avendo ogni zona una elevata estensione, questa ultima viene ulteriormente suddivisa in quadrati di 100 km di lato, individuati da una coppia di numeri.

I quadrati di 100 km di lato sono quadrati che hanno la coordinata Est sull'asse delle ascisse e la coordinata Nord sull'asse delle ordinate.
L'Italia è compresa tra il fuso 32 e 33 e tra le fasce S e T .

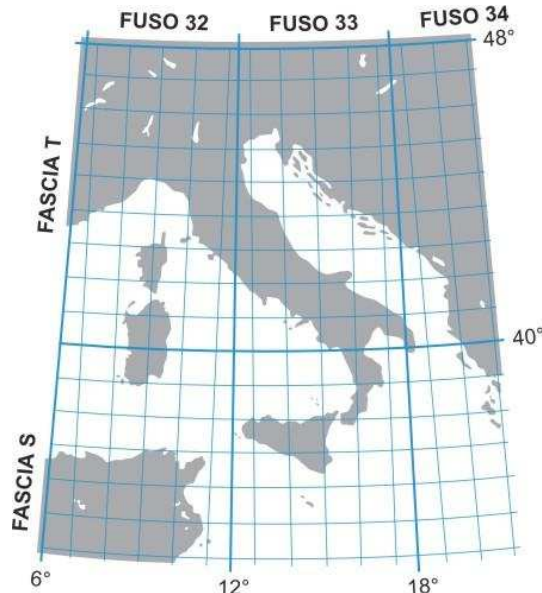


Figura 7 – Le zone nella cartografia italiana nel sistema UTM ED50
(fonte immagine: [http://www.muedizioni.it/img/Reticolato UTM WEB.jpg](http://www.muedizioni.it/img/Reticolato%20UTM%20WEB.jpg))

È importante evidenziare che le coordinate UTM e quelle Gauss-Boaga pur avendo lo stesso tipo di rappresentazione e la stessa superficie di riferimento sono diverse perché cambia l'orientamento dell'ellissoide internazionale, che nel sistema UTM è orientato a Potsdam in Germania e nel sistema Gauss-Boaga è orientato a Roma (Monte Mario).

Il sistema geodetico WGS84 è un sistema in cui l'origine delle coordinate coincide con il centro di massa della terra, per questo motivo viene definito geocentrico. Quando si parla di UTM WGS84 si intende un sistema in cui si prende come superficie di riferimento l'ellissoide WGS84 e come sistema di proiezione l'Universal Trasversal Mercator. Con la diffusione dei sistemi satellitari il sistema WGS84 è sempre più utilizzato.

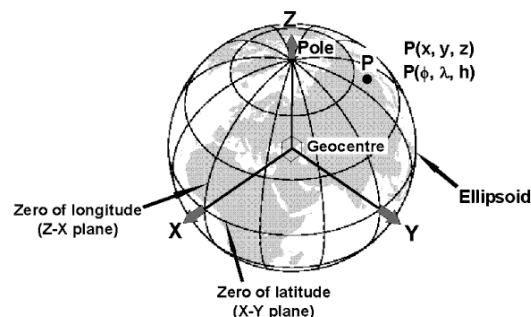


Figura 8 - Sistema WGS 84
(fonte immagine: http://www.gpspassion.com/forumsen/topic.asp?TOPIC_ID=10915)

Una menzione particolare deve esser fatta per la cartografia catastale italiana. Oggi l'Agenzia del Territorio adotta la proiezione Gauss-Boaga, ma fino a poco tempo fa utilizzava la proiezione di Cassini-Solder. Il sistema catastale aveva come sistema geodetico di riferimento l'ellissoide di Bessel orientato a Genova e come rappresentazione cartografica la rappresentazione policentrica Cassini-Solder. Le coordinate metriche X e Y erano riferite rispetto ad un punto di emanazione della rete catastale. Per tutti questi motivi, il passaggio tra il sistema catastale e qualsiasi altro sistema è sempre stato molto complicato.

Dopo aver assunto e definito un sistema di riferimento di partenza, per produrre una cartografia o semplicemente analizzare un territorio, in un GIS, è necessario visualizzare i dati o elementi grafici.

Il GIS gestisce due tipologie di dati geografici:

- raster
- vettoriali.

1.3 DATI RASTER

Un dato raster è un'immagine composta da una griglia regolare di celle o pixel (Picture Element). A ciascun pixel, solitamente individuato dalla coppie di coordinate di uno dei suoi vertici, è associato il valore assunto da una determinata variabile (temperatura, direzione del vento, colore o intensità di grigio, etc.).

Lo spazio è quindi diviso in una serie regolare di celle generalmente quadrate (Fig. 9).

O

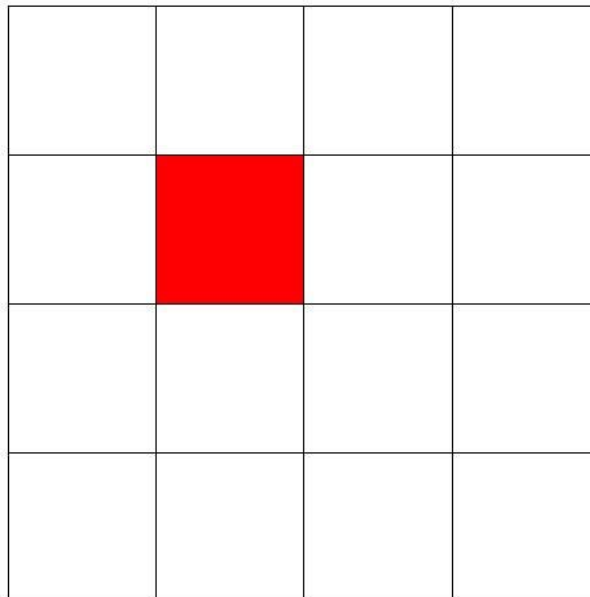


Figura 9 - Immagine raster con evidenziato in rosso l'unità pixel

Un pixel non rappresenta un oggetto bensì una zona dello spazio che ricopre un oggetto.

L'immagine ha una risoluzione spaziale tanto più elevata quanto maggiore è il numero di pixel.



Figura 10 - Confronto tra immagini con diversa risoluzione
(fonte immagini: Comune di Bologna)

Un esempio di immagine raster utilizzata all'interno dei GIS può essere una scansione di prodotti cartografici, una immagine aerea/satellitare, un modello digitale del terreno (DTM), etc..

Un raster viene principalmente impiegato nei GIS come base cartografica su cui creare i dati vettoriali.

Per poter inserire un raster in un sistema di riferimento è necessario georeferenziare l'immagine. La georeferenziazione è un'operazione di registrazione che consente di attribuire delle coordinate geografiche all'immagine. Tecnicamente per georeferenziare un'immagine è necessario individuare su di essa un numero cospicuo di punti noti di cui si conoscono le coordinate spaziali. È possibile stimare la bontà dell'operazione di georeferenziazione grazie al calcolo dello scarto quadratico medio, un indice della precisione del posizionamento dei punti.

I formati raster più diffusi sono:

- tiff (Tagged Image File Format): formato largamente utilizzato per lo scambio di immagini raster fra stampanti e scanner. Ad ogni immagine tiff georeferenziata si accompagna il file di georeferenziazione, un file di testo in formato tfw che si mostra in questo modo:

```
0.194417
0.0
0.0
-0.194417
680082.944099
934479.159663
```

dove il primo valore indica la dimensione del pixel dell'immagine (espressa in metri) lungo l'asse X. In questo esempio il valore del pixel è di 19 cm. Il quarto valore si riferisce alla dimensione del pixel dell'immagine (espressa in metri) lungo la direzione dell'asse Y (il valore è negativo perché l'asse Y è orientato verso il basso). Il secondo ed il terzo valore si riferiscono rispettivamente alla rotazione dell'immagine attorno all'asse X e all'asse Y. Questi valori sono dati dalle seguenti espressioni: $x\text{sen}\alpha$ e $y\text{sen}\alpha$.

Infine il quinto e il sesto valore sono le coordinate Est e Nord del punto dell'immagine posizionato in alto a sinistra.

- jpeg: è lo standard di compressione delle immagini fotografiche più utilizzato; il suo file di georeferenziazione ha estensione jgw.
- geotiff: è un tipo di metadati, rilasciato nel pubblico dominio, che permette di incorporare riferimenti geografici all'interno di un'immagine TIFF. In questo caso, quindi, le coordinate di georeferenziazione sono contenute direttamente nel file.

1.4 DATI VETTORIALI

In un GIS un dato vettoriale è un dato che si presenta in forma di punto o linea o poligono (primitiva geometrica). Ogni primitiva geometrica è definita dalle coordinate cartesiane X, Y, Z dei suoi vertici.

Un punto per esempio è costituito dalle sue coordinate X,Y,Z.

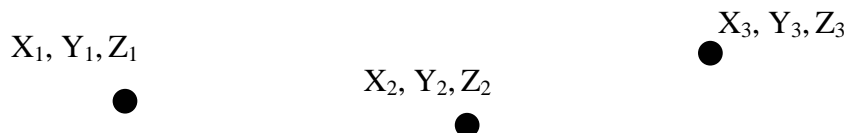


Figura 11 - Serie di punti e relative coordinate

Una linea è definita dal punto iniziale e dal punto finale, che sono chiamati estremi, e dai suoi vertici.

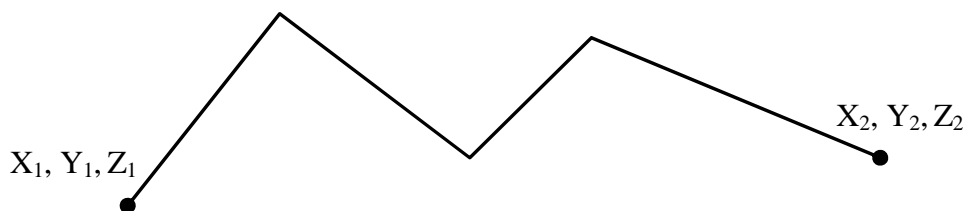


Figura 12 - Linea e coordinate degli estremi

Un poligono, invece, viene definito dai vertici che lo compongono e dal suo centroide.

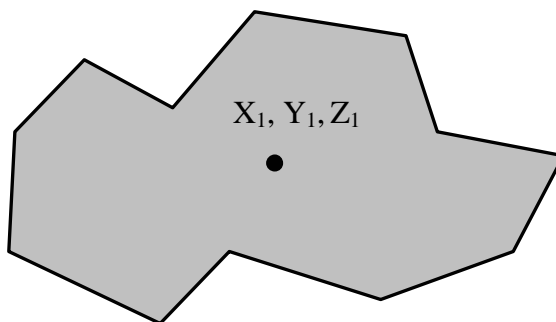


Figura 13 - Poligono e coordinate del centroide

A volte però è necessario utilizzare delle primitive complesse. Per esempio, per rappresentare la regione italiana Sicilia, si ricorre ad un unico oggetto costituito da

più poligoni in relazione tra loro, che rappresentano l'isola maggiore e tutte le isole minori.

Alcuni GIS sono in grado di gestire questa situazione utilizzando i poligoni multiparte.

Il vantaggio di utilizzare una struttura vettoriale, piuttosto che un raster, è nella rappresentazione grafica più accurata e nella struttura dati più compatta.

Quando si parla di dati vettoriali si deve necessariamente parlare di topologia. La topologia è la struttura dati che definisce le relazioni spaziali tra le primitive. Grazie ad essa è per esempio possibile analizzare gli eventuali errori grafici presenti tra gli oggetti di uno stesso layer cartografico: per esempio potrebbero esserci errori di non coincidenza delle linee, dei punti, etc..

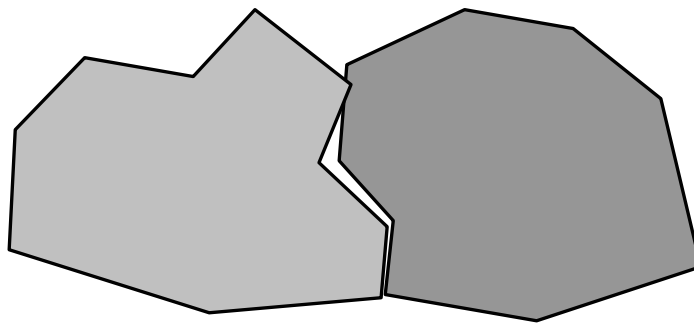


Figura 14 - Esempio di poligoni non coincidenti

Oppure è possibile eseguire analisi di inclusione o esclusione in base a delle regole stabilite secondo cui un oggetto A è o meno contenuto nell'oggetto B.

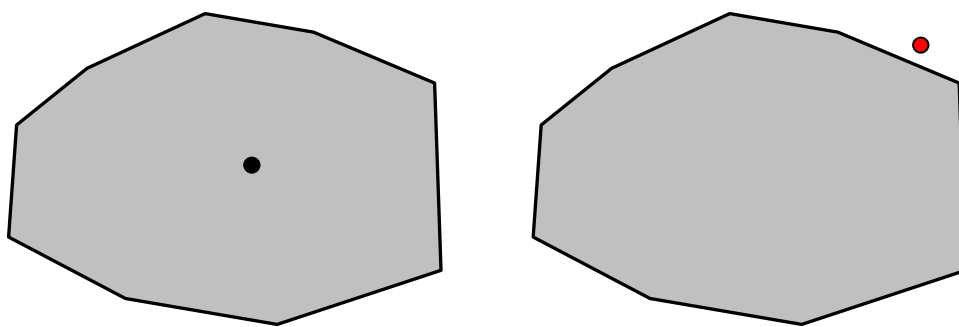


Figura 15 - Esempio di inclusione. A sinistra il punto è incluso nel poligono mentre a destra il punto non è contenuto nel poligono e viene segnalato di colore rosso

Se nel GIS sono impostate regole topologiche la fase di editing degli oggetti è molto facilitata poiché si è in grado di cogliere immediatamente a livello visuale l'errore commesso.

Il formato più conosciuto per un dato di tipo vettoriale è lo shapefile. Con shapefile di solito si intende un insieme di più file:

- .shp - il file che memorizza le geometrie;
- .shx - il file che contiene l'indice delle geometrie;
- .dbf - il database degli attributi.

Quindi per esempio il file edifici è così strutturato:

edifici.shp

edifici.shx

edifici.dbf.

All'interno dei GIS si possono visualizzare altri formati di dati vettoriali, tra i più conosciuti:

- dwg (AutoCAD Drawing File): è il formato proprietario di AutoCAD;
- dxf (Drawing Interchange Format, o Drawing Exchange Format): è un formato per i file di tipo CAD, sviluppato da Autodesk come soluzione per scambiare dati tra il software AutoCAD e altri programmi;
- dgn: è un formato CAD supportato dal software MicroStation;
- tab : è un formato vettoriale del software MapInfo.

Il passaggio da dato raster a dato vettoriale è possibile, così come il contrario. I due processi si chiamano vettorializzazione e rasterizzazione.

La rasterizzazione è un processo abbastanza semplice perché all'oggetto vettoriale viene sovrapposta una griglia e ad ogni cella viene assegnato il valore del vettore che cade al suo interno.

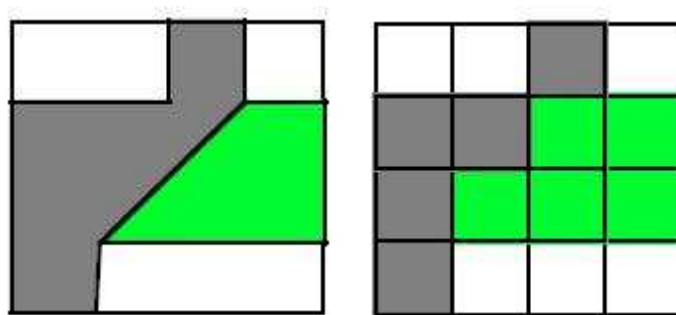


Figura 16 - Esempio di rasterizzazione
(fonte immagine: www-db.deis.unibo.it/courses/SI2/slides/SDBMS.pdf)

Il processo di vettorializzazione è invece un processo tutt'altro che banale.

Per poter ottenere da un raster un elemento vettoriale è necessario compiere più operazioni. Il primo passo prevede l'individuazione all'interno dell'immagine di aree che abbiano lo stesso valore o ricadano in un range di valori uguali.

	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

Figura 17 - Una immagine con il valore numerico di ogni pixel
(fonte immagine: <http://www.consorzionettuno.it/materiali/B/172/433/18/Lezione 19.pdf>)

Individuate queste aree dai valori simili si procede al loro accorpamento e alla successiva conversione dei loro perimetri in contorni vettoriali.

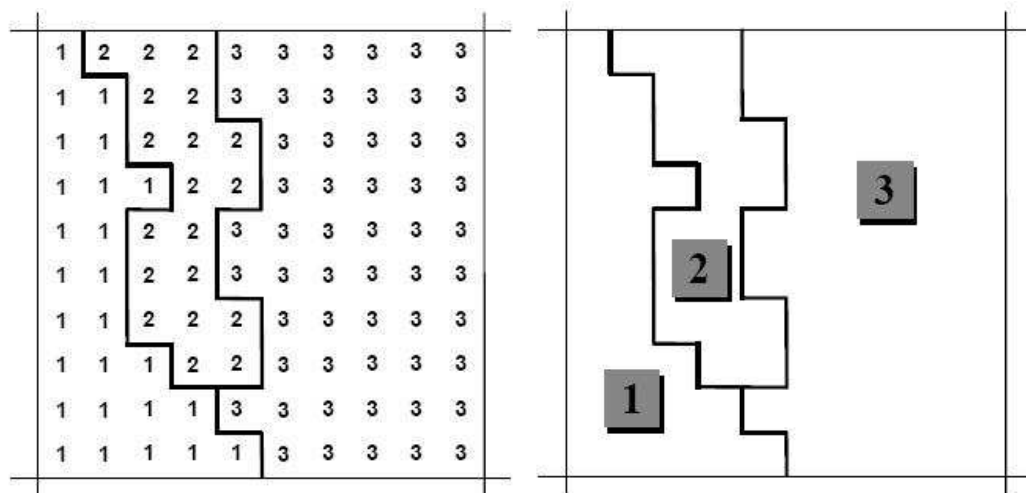


Figura 18 - Raggruppamento di aree dallo stesso valore numerico e vettorializzazione
(fonte immagine: <http://www.consorzionettuno.it/materiali/B/172/433/18/Lezione 19.pdf>)

Il processo di vettorializzazione può essere riassunto in questo schema:

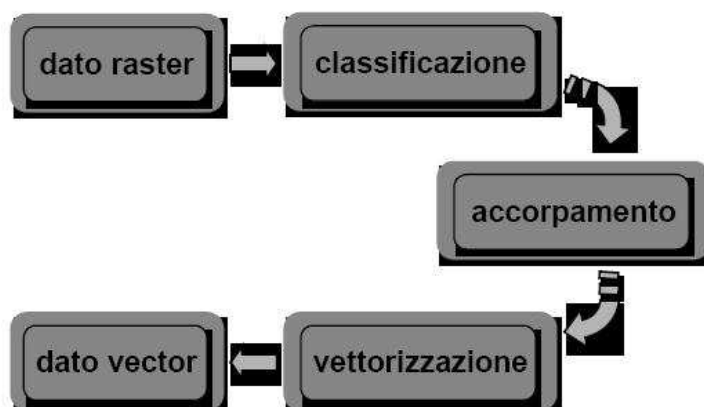


Figura 19 - Processo di vettorializzazione
(fonte immagine: <http://www.consorzionettuno.it/materiali/B/172/433/18/Lezione 19.pdf>)

1.5 DATI ALFANUMERICI – ATTRIBUTI

Come si è detto in precedenza, un GIS può associare degli attributi alfanumerici all'elemento geografico, sia esso un punto, una linea o un poligono. Le informazioni (attributi) sono costituite da dati non geografici che descrivono le caratteristiche degli elementi geografici. Per esempio se si dispone di un edificio, oltre alla sua sagoma è possibile collegare informazioni quali la sua area, il suo perimetro, la sua destinazione d'uso, la sua data di costruzione, chi vi abita, etc..

Gli attributi, gestiti all'interno di database relazionali³, possono essere dati di tipo numerico, alfanumerico, testuale e possono contenere collegamenti a contenuti multimediali come foto, materiale audio, etc..

Ad ogni entità geometrica è possibile associare una o più tabelle, anche esterne al sistema, che posso essere collegate tra di loro attraverso un campo in comune.

Nella figura un esempio di collegamento, attraverso un campo univoco, tra la tabella dei civici e la tabella degli attributi del layer degli alberghi di Bologna.

Attributes of CIVICI

	OID	VIA	CIVICO	ID_CIVICO
▶	0	DELL'INDIPENDENZA	47	1547000047
	1	GALLIERA	46	1765000046
	2	DELL'INDIPENDENZA	51	1547000051
	3	DELL'INDIPENDENZA	53	1547000053
	4	DELL'INDIPENDENZA	57	1547000057

Record: 1 | Show: All Selected | Records (0 out of 5 Selected)

Attributes of ALBERGHI

	FID	Shape*	ZID	NAME	ID_CIVICO
▶	0	Point	1	Alberghi Hotel Tre Vecchi	1547000047
	1	Point	2	Alberghi Hotel Holiday	1547000047
	2	Point	3	Alberghi Atlantic	1095000046
	3	Point	4	Alberghi Hotel Amadeus	8970000054
	4	Point	5	Albergo Regina Hotel (S.R.L.)	1547000051
	5	Point	6	Albergo San Donato Hotel	1366000078
	6	Point	7	Hotel Il Guercino Srl	9850000023
	7	Point	8	Hotel Porta San Mamolo	2365000035

Record: 1 | Show: All Selected | Records (0 out of 10 Selected) | Optio

Figura 20 - Esempio di collegamento di due tabelle attraverso un campo in comune

³ Brevemente, per database relazionale si intende un database che contiene tabelle strutturate, contenenti dati omogenei, che sono relazionate tra di loro.

Per collegare le tabelle esistono nei GIS, così come in altri strumenti di gestione di database relazionali, delle relazioni.

Le relazioni possono essere di tipo 1-1, per cui per ogni record di una tabella (riga) si stabilisce una relazione con uno e un solo record di un'altra tabella attraverso un campo chiave, oppure 1-N, in cui ad ogni record di una tabella si collegano più record di un'altra tabella.

L'accesso contemporaneo a più informazioni, geografiche e non, permette di effettuare analisi di problematiche e di tipologie differenti, e risulta molto spesso un aiuto per prendere importanti decisioni.

1.6 FUNZIONI ED OPERATORI GIS

Il punto di forza dei GIS consiste nel fornire potenti strumenti (tool) di analisi delle informazioni, siano esse informazioni geografiche e non.

I tool di analisi più semplici sono gli strumenti di ricerca (search). Generalmente gli strumenti di ricerca sono presenti anche negli strumenti di gestione dei database, ciò che può trovarsi solo nei GIS packages in realtà sono i tool di ricerca spaziale⁴.

Ecco alcuni esempi di operazioni di ricerca:

- ricerca e selezione di elementi contenuti in un'area, che può essere un altro elemento o una selezione rettangolare eseguita dall'operatore.
Per esempio si vogliono visualizzare i capoluoghi di regione contenute nello stato Italia.



Figura 21 - Query: selezione dei capoluoghi di regione dell'Italia (fonte dati: Esri)

- ricerca di elementi in base ad un attributo: un elemento viene selezionato in base ad un valore particolare presente in un campo.
Per esempio se si vogliono selezionare i capoluoghi di provincia spagnoli, si ricorrerà ad una query SQL sul database di questo tipo "CNTRY_NAME"='Spain', ossia la traduzione sarebbe: cerca nel campo CNTRY_NAME i record che hanno valore Spain.

⁴ J. Albrecht, *Universal analytical GIS operations - a task-oriented systematization of data structure-independent GIS functionality*, in M. Craglia, H. Onsrud (Eds.) *Geographic Information Research: transatlantic perspectives*, Taylor & Francis, London, 1998, pp. 577-591.
<<http://www.geo.hunter.cuny.edu/people/fac/albrecht/Berlin98.pdf>> [Accesso: marzo 2009]

Selected Attributes of cities						
FID	Shape	CITY_NAME	ADMIN_NAME	COUNTRY_NAME	POP_CLASS	
435	Point	Santander	Cantabria	Spain	100,000 to 250,000	
437	Point	Oviedo	Asturias	Spain	100,000 to 250,000	
446	Point	Santiago De Compostela	Galicia	Spain	50,000 to 100,000	
447	Point	Pamplona	Navarra	Spain	100,000 to 250,000	
451	Point	Logrono	La Rioja	Spain	100,000 to 250,000	
469	Point	Zaragoza	Aragon	Spain	500,000 to 1,000,000	
470	Point	Valladolid	Castilla y Leon	Spain	250,000 to 500,000	
478	Point	Barcelona	Cataluna	Spain	1,000,000 to 5,000,000	
515	Point	Madrid	Madrid	Spain	1,000,000 to 5,000,000	
530	Point	Toledo	Castilla-La Mancha	Spain	50,000 to 100,000	
542	Point	Palma De Mallorca	Isles Baleares	Spain	250,000 to 500,000	
543	Point	Valencia	Valenciana	Spain	500,000 to 1,000,000	
551	Point	Merida	Extremadura	Spain	50,000 to 100,000	
574	Point	Murcia	Murcia	Spain	250,000 to 500,000	
587	Point	Sevilla	Andalusia	Spain	500,000 to 1,000,000	
604	Point	Vitoria	Pais Vasco	Spain	100,000 to 250,000	

Figura 22 - Query: selezione dei capoluoghi di provincia spagnoli (fonte dati: Esri)

In questi casi si ricorre ad operatori logici booleani e ad operatori algebrici.

Tra gli operatori booleani vi sono “AND” “OR” “IS NOT” e “XOR” mentre tra gli operatori matematici si ricordano “<”, “>”, “=”, “≤”, “≥”, “≠”.

- ricerca di elementi in base a funzioni spaziali (distanza, appartenenza, intersezione). Per esempio, si potrebbe voler conoscere quali sono le maggiori aree urbanizzate poste entro una distanza di 100 Km da Bologna. Il poligono di 100 Km di raggio, creato attorno alla città di Bologna, viene chiamato buffer.

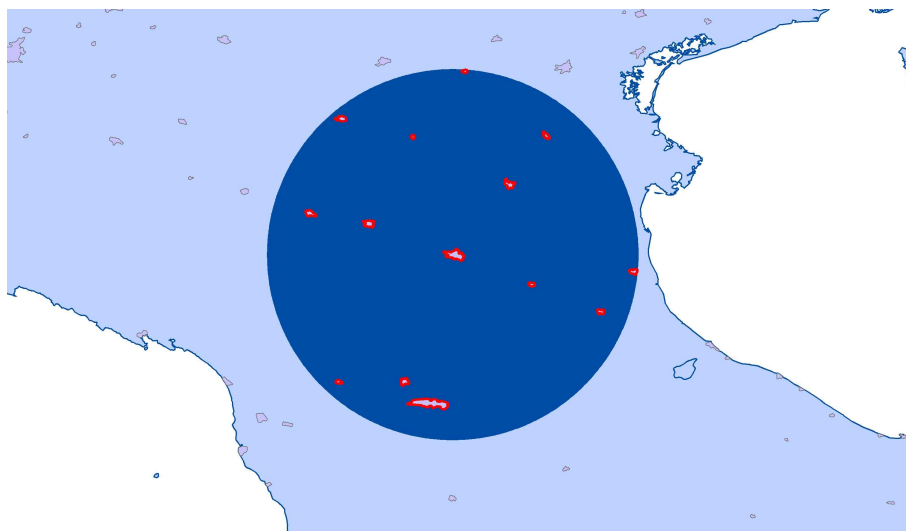


Figura 23 - Query: ricerca delle aree urbanizzate poste a 100 Km da Bologna (fonte dati: Esri)

Probabilmente la più conosciuta operazione di analisi è l’overlay. Questo tipo di analisi comporta l’elaborazione di un nuovo strato cartografico partendo da più strati cartografici. Attraverso le relazioni spaziali tra più elementi è possibile ottenere un nuovo oggetto, risultante dalla combinazione di più elementi.

L’operazione di overlay comprende altri tipi di operazioni; tra le più importanti ci sono identity, intersect, erase, clip, union, split, etc..

Identity crea un nuovo layer che deriva da un layer A (input) che viene suddiviso secondo la geometria di un layer B (identity Feature).

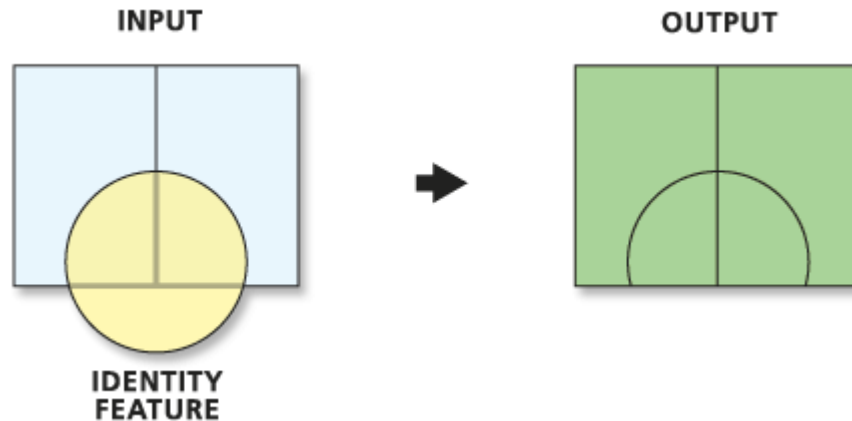


Figura 24 - Operazione di Identity

(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Intersect crea un nuovo layer che deriva dalla sovrapposizione di un layer A (input) e un layer B (Intersect Feature). Nel database del nuovo layer sono contenuti i campi dei layer A e B.

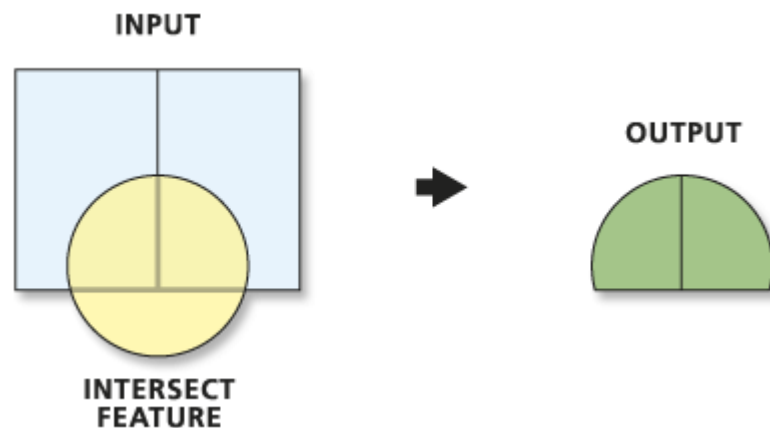


Figura 25 - Operazione di Intersect

(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Erase crea un nuovo layer che deriva da un layer A (Input) a cui è stata sottratta l'area di un layer B (Erase Feature). Nel database del nuovo layer sono contenuti i campi dei layer A e B.

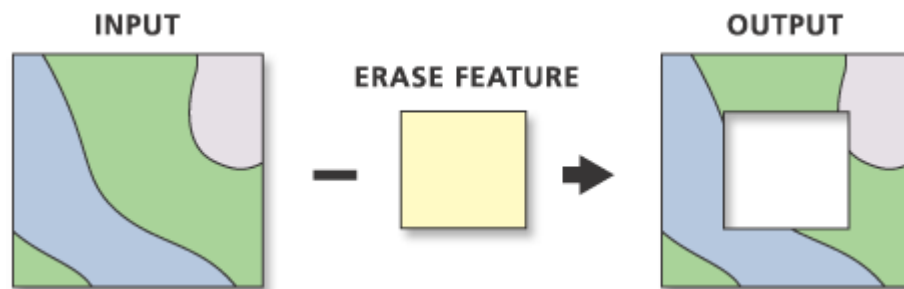


Figura 26- Operazione di Erase
(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Clip ritaglia le feature di un layer A (Input) secondo le geometrie contenute nel layer B (Clip Feature).

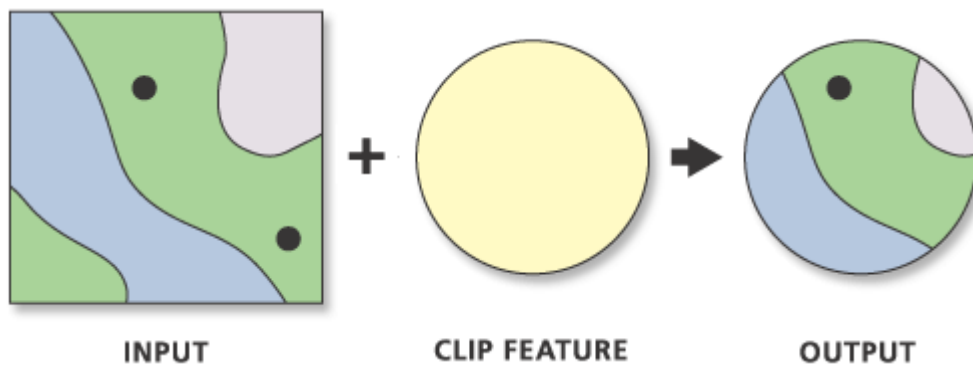


Figura 27 - Operazione di Clip
(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Union crea un nuovo shapefile che deriva dalla intersezione di un layer A con un layer B. Il nuovo layer contiene gli attributi dello shapefile A e dello shapefile B.

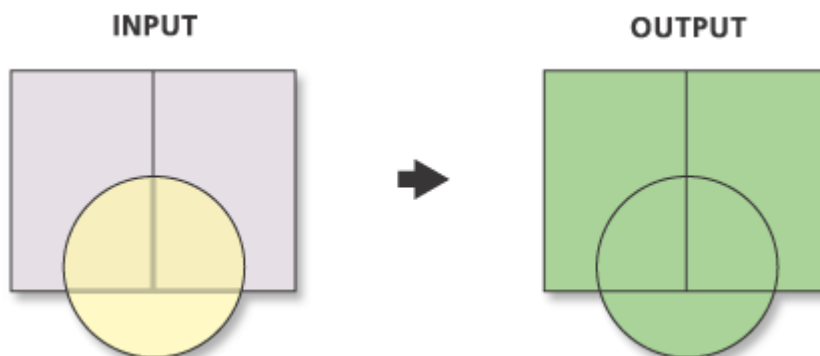


Figura 28 - Operazione di Union
(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Split: suddivide le feature del layer A in più parti secondo il layer B

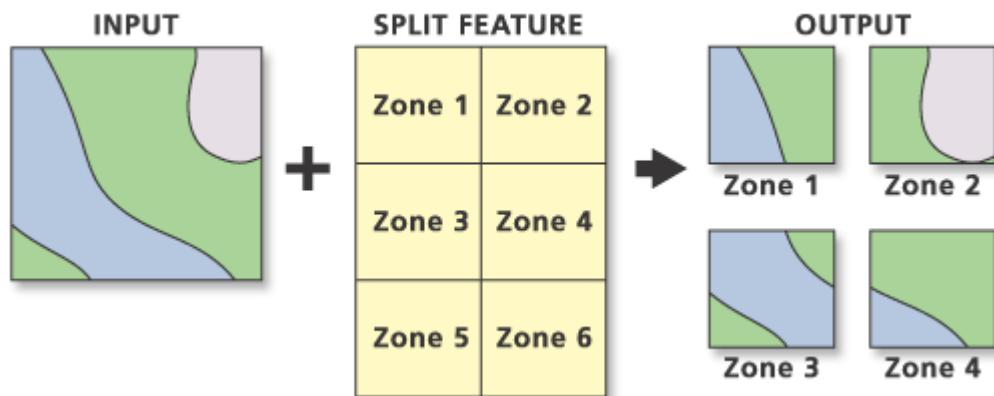


Figura 29 - Operazione di Split
(fonte immagine: <http://webhelp.esri.com/arcGISdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>)

Ulteriori operatori GIS sono gli strumenti che calcolano le caratteristiche metriche degli oggetti geografici quali per esempio le distanze, le direzioni, i perimetri, le aree, i volumi, le medie, etc..

1.7 I GIS COMMERCIALI

I GIS commerciali sono nati negli anni '80 e hanno avuto da subito un forte sviluppo. Si analizzano di seguito i GIS commerciali più diffusi.

Una delle società più conosciute nella commercializzazione di prodotti GIS è l'americana Esri⁵. Fondata nel 1969 come Environmental Systems Research Institute, ha cominciato a produrre strumenti che ancora oggi sono i più utilizzati al mondo. Il primo prodotto lato desktop diffuso da Esri fu ArcInfo (nome nato dalla combinazione di due parole Arc e Info, termini che volevano richiamare rispettivamente contenuto geometrico e contenuto informativo). ArcInfo era un prodotto che lavorava su macchine Unix e funzionava attraverso linee di comando.

Successivamente si diffuse ArcView, che ancora oggi viene largamente utilizzato. Nell'aprile 2001 è stato lanciato sul mercato ArcGIS, un prodotto molto più user-friendly del precedente composto di due strumenti: ArcCatalog (parte che gestisce i metadati) e ArcMap (parte vera e propria GIS). Con ArcGIS viene gestita meglio la topologia e nasce il concetto di geodatabase, il database dal contenuto geografico.

Per la gestione di database relazionali e la creazione di siti Web che ospitino mappe dinamiche, Esri propone ArcGIS Server.

Altre società GIS Desktop commerciali sono Pitney Bowes MapInfo Corporation⁶, Autodesk⁷ e Intergraph⁸.

MapInfo Professional è stato prodotto a partire dal 1986 dalla MapInfo, oggi diventata Pitney Bowes MapInfo Corporation.

Tra le nuove caratteristiche dell'ultima versione MapInfo 9.5 vi sono:

- nuove funzionalità CAD che permettono di creare e modificare agevolmente le entità geometriche. È possibile creare un oggetto geometrico partendo da informazioni descrittive.
- MapInfo Professional riconosce nuovi formati: Oracle 11g, Microsoft SQL 2008, ogni servizio WFS-T coerente con lo standard OGC.
- il lato estetico di produzione delle mappe è migliorato con le etichette intorno ai punti, nuovi formati per i simboli, traslucenza degli oggetti vettoriali.
- MapInfo Professional offre numerose possibilità di personalizzazione e integrazione con altre applicazioni, anche via HTTP, XML e FTP. In questo modo, è reso più semplice e immediato l'accesso a dati remoti e l'utilizzo di funzionalità rese disponibili da servizi esterni (georeferenziazione, calcoli di percorsi, etc.).

La versione di pubblicazione su Web di MapInfo è chiamata MapXtreme.

Autodesk è principalmente conosciuta per il suo prodotto di punta: AutoCAD. Con AutoCAD Map 3D si è voluto creare una soluzione che unisse il mondo CAD con il mondo GIS. Il punto di forza di questo prodotto è la somiglianza con i pulsanti di AutoCAD. Inoltre AutoCAD Map 3D ha aggiunto alle sue funzioni

⁵ <<http://www.esri.com>> [Accesso: marzo 2009]

⁶ <<http://www.mapinfo.com/>> [Accesso: marzo 2009]

⁷ <<http://usa.autodesk.com>> [Accesso: marzo 2009]

⁸ <<http://www.intergraph.com/global/it/>> [Accesso: marzo 2009]

ulteriori strumenti di analisi (come buffer, join tra tabelle) che nelle versioni precedenti ancora lo allontanavano dai GIS.

Infine, Intergraph propone il software GeoMedia, che si caratterizza per la possibilità di consultare le diverse fonti di dati in un unico ambiente di lavoro. L'interfaccia è intuitiva e amichevole perché è simile a quella di Windows.

1.8 PANORAMA GIS OPEN SOURCE

Accanto all'offerta commerciale si sta assistendo negli ultimi anni ad una diffusione dei GIS Open Source. I prodotti Open Source non sono prodotti gratis come ritiene la maggior parte delle persone, ma sono prodotti dal codice aperto (da qui il termine Open). Questo significa che ciascuno di noi può editare il codice e personalizzare il software a suo uso nonché a uso della comunità.

Oltre agli aspetti positivi, si hanno anche aspetti negativi, come l'interfaccia utente non troppo amichevole e l'installazione del software che a volte risulta molto complessa.

I progetti Open Source e Free connessi alla Geomatica sono in continuo aumento soprattutto perché mentre prima i GIS Open Source si fermavano a una mera visualizzazione dei dati, ora sono capaci di effettuare complesse analisi spaziali in grado di competere con i GIS commerciali⁹.

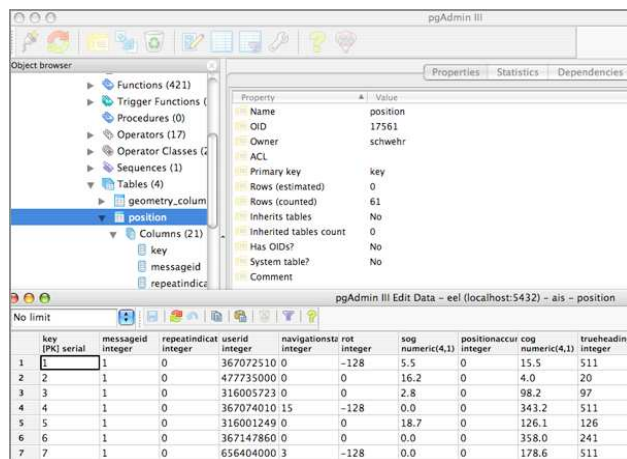
Nel tentativo di poter catalogare i progetti nel campo dell'Open GIS e riunire le comunità perché non disperdano le energie aprendo troppi progetti, viene qui presentata una ricerca condotta da Miguel Montesinos e Jorge Gaspar Sanz¹⁰.

Vi sono quattro categorie di software che hanno a che fare con i GIS e questi sono:

- *Software che servono per gestire dati territoriali*

I software lato server che gestiscono i dati geografici più conosciuti sono: PostGIS e MySQL.

PostGIS¹¹, distribuito con licenza GPL, è una estensione di PostgreSQL in grado di gestire e analizzare i dati spaziali. PostGIS è impiegato in moltissimi progetti e un suo sviluppo futuro porterà alla gestione delle topologie e al supporto di immagini raster. Uno dei problemi di PostGIS è che ci sono pochi sviluppatori.



	key (PK)	serial	messageid	repeatindicat	userid	navigationsta	rot	sog	positionaccu	cog	trueheading
1	1	1	0	367072510	0	-128	5.5	0	15.5	511	
2	2	1	0	477735000	0	0	16.2	0	4.0	20	
3	3	1	0	316005723	0	0	2.8	0	98.2	97	
4	4	1	0	367074010	15	-128	0.0	0	343.2	511	
5	5	1	0	316001249	0	0	18.7	0	126.1	126	
6	6	1	0	367147860	0	0	0.0	0	358.0	241	
7	7	1	0	656404000	3	-128	0.0	0	178.6	511	

Figura 30 - Schermata del programma PostGIS
(fonte immagine: <http://schwehr.org/blog/archives/2007-02.html>)

⁹ S. Corcoll, F. Orduña, L. Vicens, *La oferta de software SIG libre 'open source' y software gratuito*, in "IG+", n. 3, 2005, pp 18-19. <<http://www.uniGIS.es/uploads/File/revistas/num3.pdf>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁰ M. Montesinos., J. Gaspar Sanz, *Panorama actual del ecosistema de software libre para SIG*, in *I Jornadas de SIG Libre* (Girona 5-7 marzo 2007). <<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>> [Accesso: marzo 2009]

¹¹ <<http://postgis.refractory.net/>> [Accesso: marzo 2009]

MySQL¹² è un database management system (DBMS) relazionale e si presenta principalmente come un contenitore di dati geografici. In realtà non è un prodotto completamente Open poiché, per applicazioni commerciali, la licenza non è libera.

- *Catalogo dei metadati*

Il catalogo dei metadati è un catalogo pubblicato nel Web che descrive i dati vettoriali, raster, foto aeree, etc. secondo standard ISO19115 e ISO19129. Ci sono due tipi di cataloghi dei metadati che specificano le informazioni di tipo territoriale: Geonetwork e CatMDEit.

Geonetwork¹³ è un'applicazione J2EE finanziata dalla FAO (Food and Agriculture Organization) che ha una versione di produzione e una versione di test orientata a lavorare in un normale pc.

CatMDEdit¹⁴ è un Editor di metadati che lavora in ambiente desktop sviluppato dal consorzio spagnolo TeIDE.

- *GIS lato client*

Le applicazioni GIS lato client che gestiscono, esplorano e analizzano i dati spaziali sono parecchie e sono state le prime a diffondersi nel mondo degli strumenti GIS Open Source.

Grass¹⁵

Nato come un progetto dell'esercito nordamericano, ora è portato avanti dall'ITC-irst (Centro di Ricerca Scientifica e Tecnologica della Fondazione Bruno Kessler, già Istituto Trentino di Cultura) e GDF- Gesellschaft für Datenanalyse und Fernerkundung (Hannover).

Fino a poco tempo fa era utilizzato in ambiente Unix e questo lo rendeva poco amichevole. Oggi invece la possibilità di poterlo utilizzare su piattaforma Windows e la diffusione di Quantum GIS, l'interfaccia grafica di Grass, lo hanno reso uno dei software Open più utilizzati.

¹² <<http://www.mysql.com/>> [Accesso: marzo 2009]

¹³ <<http://geonetwork-opensource.org/>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁴ <<http://catmdedit.sourceforge.net/>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁵ <<http://grass.itc.it/>> [Accesso: marzo 2009]



Figura 31 - Schermata di Grass
(fonte immagine: <http://grass.itc.it/screenshots/gui.php>)

Quantum GIS¹⁶

È un software in grado di comunicare molto bene con dati che provengono da Grass e permette di effettuare delle analisi sui dati sia raster che vettoriali.

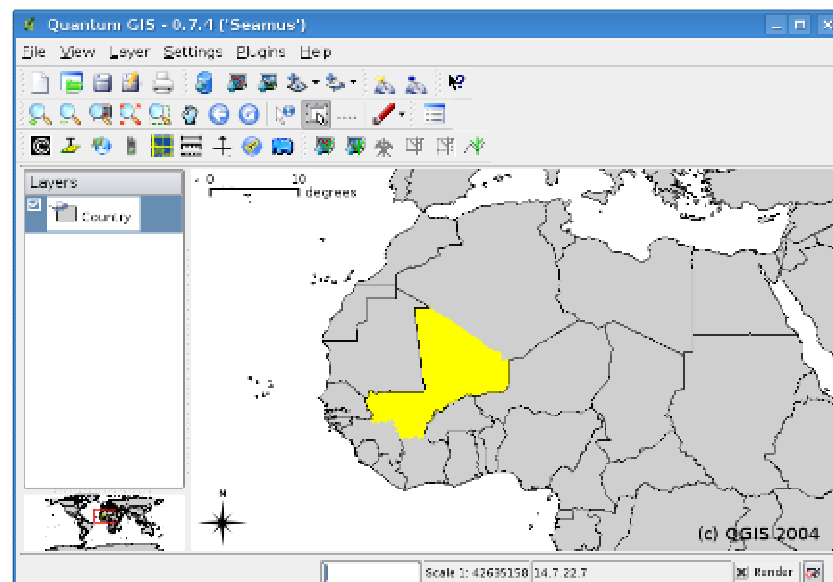


Figura 32 - Schermata QuantumGIS
(fonte immagine: http://qgis.org/index.php?option=com_content&task=view&id=107&Itemid=103)

¹⁶ <<http://www.qgis.org/>> [Accesso: marzo 2009]

Saga¹⁷ e Sextante¹⁸

Sviluppato a Göttingen (Germania) e recentemente portato avanti dall'Università di Amburgo¹⁹, Saga è un GIS Desktop che integra la sua interfaccia di programmazione con l'interfaccia utente. Nella prossima versione di Saga si avrà un'interfaccia utente in grado di essere eseguita su differenti piattaforme.

Questo software emerge soprattutto per l'analisi d'immagini e per i modelli digitali del terreno (DTM). In Spagna è nato un ramo di Saga chiamato Sextante in grado di aggiungere nuovi moduli per la gestione forestale.

La seconda versione di Sextante abbandona Saga per sommarsi al progetto gvSIG, aggiungendo al software potenti strumenti di analisi raster.

GvSIG²⁰

GvSIG è una applicazione Java, nata dalla “liberazione” del codice del software gvPONTIS avviato dalla Conselleria d'Infrastructures i Transport de la Generalitat Valenciana.

L'interfaccia utente è molto simile ad ArcView versione 3, in grado di visualizzare in più ambienti i dati, le tabelle e i layout.

Offre la possibilità di collegarsi a dati remoti attraverso servizi che producono mappe e le rendono disponibili: WMS (Web Map Services) e WFS (Web Feature Services).

GvSIG è in grado di compiere analisi avanzate, anche grazie all'aiuto di Sextante, e a breve potrà anche compiere analisi topologiche.

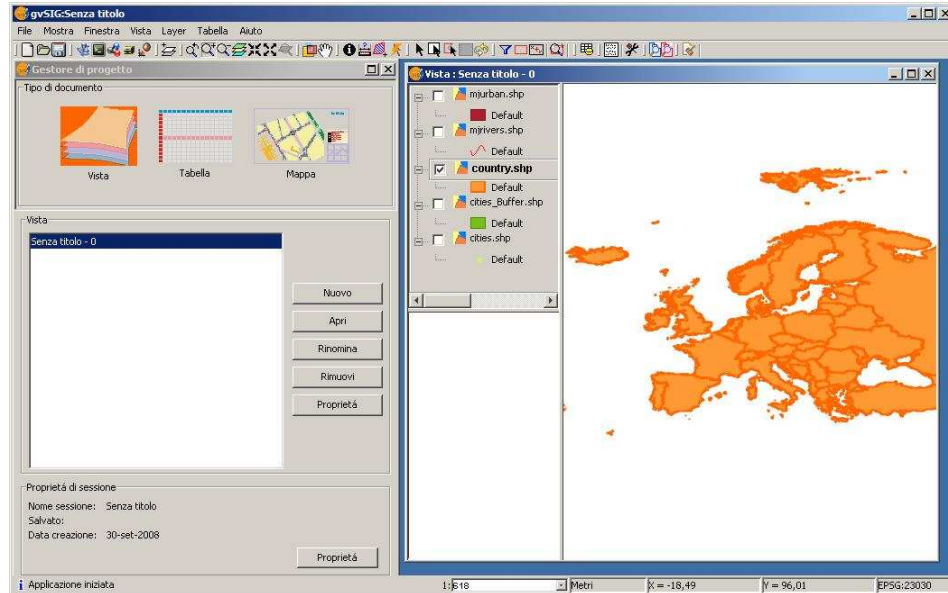


Figura 33 - Schermata di gvSIG (fonte dati: Esri)

¹⁷ <<http://www.saga-gis.uni-goettingen.de/html/index.php?newlang=spa>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁸ <<http://www.sextantegis.com/>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁹ S. Steiniger, E. Bocher, *An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments*, 2008. <<http://www.scribd.com/doc/6109067/foss-desktop-gis-overview>> [Accesso: marzo 2009]

²⁰ <<http://www.gvsig.gva.es/>> [Accesso: marzo 2009]

MapWindow²¹

Questo progetto promosso dall'Università di Idaho è un'applicazione desktop in grado sia di visualizzare che di analizzare le informazioni geografiche. Attraverso estensioni o plugin è possibile implementare ulteriori funzionalità come analisi di dati raster, analisi ed editing sui vettoriali, etc.. L'applicazione, per ora, è disponibile solo per sistemi operativi Windows.

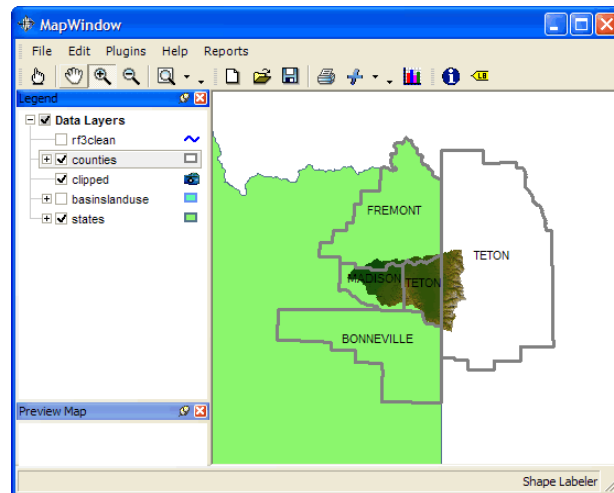


Figura 34 - Schermata MapWindow

(fonte immagine: <http://www.mapwindow.org/wiki/index.php/Mapwinapp>)

World Wind²²

Progetto FOSS (Free and Open Source Software) di visualizzazione 3D promosso dalla NASA è simile a Google Earth, ma con un'orientazione molto più scientifica.

La versione attuale è scritta in linguaggio C#, ma è già disponibile una nuova versione in Java.

Si tratta in definitiva di un'applicazione orientata alla visualizzazione di informazione di ogni tipo, anche informazioni temporali, di forma attraente per utenti finali, benché effettivamente non abbia avuto il successo di Google Earth.

²¹ <<http://www.mapwindow.org/mapwingis.php>> [Accesso: marzo 2009]

²² <<http://worldwind.arc.nasa.gov/>> [Accesso: marzo 2009]

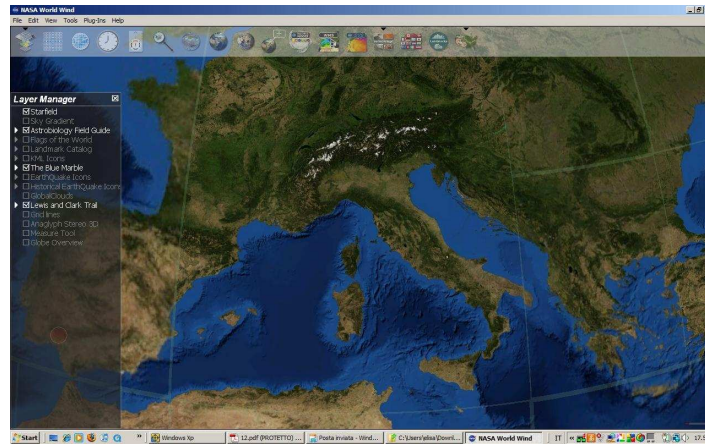


Figura 35 - Schermata World Wind

JUMP Project²³

JUMP (Java Unified Mapping Platform) fu uno dei primi progetti di GIS Client scritto nel linguaggio Java. JUMP fa uso della biblioteca JTS (Java Topology Suite) per potere realizzare alcune operazioni di analisi spaziale, e supporta il formato GML (Geography Markup Language) e il protocollo WMS.

Il progetto iniziale di JUMP fu “liberato” da Vivid Solutions che creò quindi un nuovo progetto conosciuto come JUMP Pilot Project (JPP).

Da JUMP sono derivati altri progetti tra i quali:

- Open JUMP
- Open JUMP Viatoris
- DeeJUMP
- PirolJUMP
- SkyJUMP

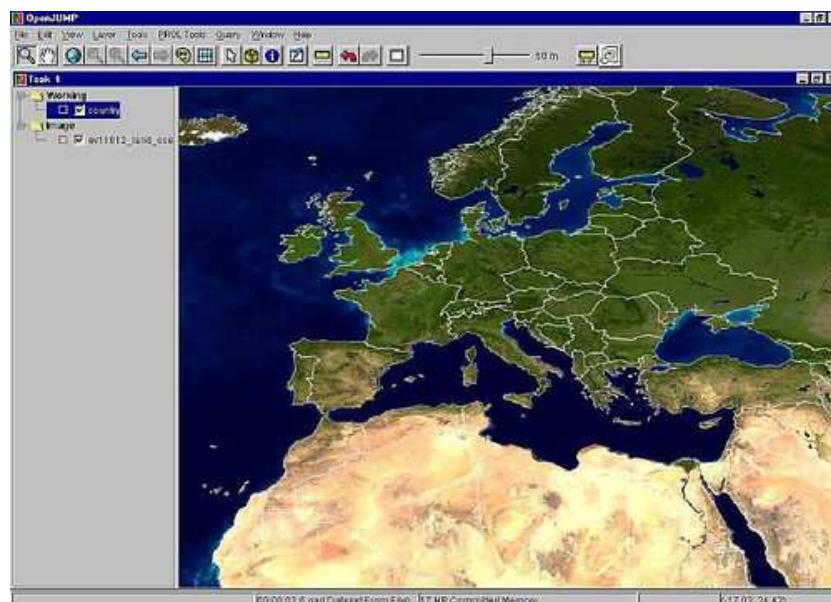


Figura 36 - Schermata OpenJUMP
(fonte immagine: <http://openjump.org/wiki/show/Screenshots>)

²³ <<http://www.jump-project.org/>>[Accesso: marzo 2009]

uDig (User Friendly Internet GIS)²⁴

UDig è un'applicazione scritta in Java. Questo progetto nasce, come JUMP, sotto il finanziamento del progetto per l'Infrastruttura dei Dati Spaziali del Canada e ha come principale obiettivo offrire GIS Client che supportino il maggiore numero di formati di dati sia da locale che da remoto (WMS e WFS).

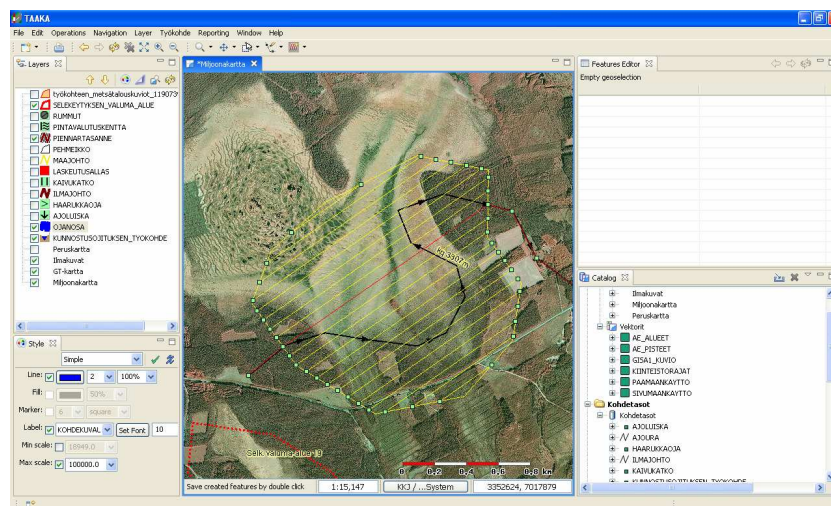


Figura 37 - Schermata uDig
(fonte immagine: <http://udig.refractory.net/gallery/arbonaut/>)

- *GIS lato server (WebGIS)*

Negli ultimi anni la pubblicazione di dati geografici su Internet ha visto un proliferare di moltissimi progetti riguardanti l'Open WebGIS. La motivazione di tale diffusione si deve al fatto che questi strumenti costano poco in relazione ad altri strumenti di tipo commerciale, oltre al fatto che offrono una migliore personalizzazione.

Lo strumento WebGIS più diffuso è **UMN MapServer²⁵**. MapServer nacque come script per ArcInfo da una collaborazione della NASA e l'Università del Minnesota. MapServer è un programma CGI (Common Gateway Interface) che può generare in forma dinamica immagini cartografiche.

MapServer fornisce una sua interfaccia di default ma le sue potenzialità sono fortemente estendibili con l'uso di vari linguaggi tra cui PHP, Python, Perl, Ruby, Java, and C#.

È per questo motivo che sono nati numerosi progetti che forniscono interfacce alternative. Tra i progetti più importanti ci sono:

1. Ka-Map²⁶

Ka-Map è un'interfaccia di UMN MapServer che offre una potente API (Application Program Interface) JavaScript capace di utilizzare AJAX²⁷.

²⁴ <<http://udig.refractory.net/confluence/display/UDIG/Home>> [Accesso: marzo 2009]

²⁵ <<http://www.mapserver.org/>> [Accesso: marzo 2009]

²⁶ <<http://ka-map.maptools.org/>> [Accesso: marzo 2009]

²⁷ AJAX è una tecnica di sviluppo di comunicazione veloce e sincronia perfetta tra client e server che elimina i tempi di attesa per ricaricare le pagine Web.

Ka-Map si appoggia a UMN MapServer per la generazione delle immagini; nel riproporle però Ka-Map fa in modo che il client carichi delle singole tessere (tile) che insieme forniscono l'intera mappa. Questo fornisce la possibilità di spostarsi da un punto all'altro in modo continuo evitando di dover ricaricare un'unica grande immagine anche per piccoli spostamenti. Nello spostamento da un punto all'altro sono infatti caricate solo le tessere mancanti.

2. *Chameleon*²⁸

È un'applicazione in linguaggio PHP che funziona su UMN MapServer e che fornisce una serie di strumenti, chiamati widgets, che aiutano l'utente nella navigazione della mappa: ZoomIn, PanMap, Scalebar, Query, LegendTemplate, etc..

Anche in questo caso si utilizza l'applicazione AJAX per offrire un'interfaccia dinamica all'utente.

3. *CartoWeb*²⁹

CartoWeb è stato sviluppato dall'impresa svizzera Camptocamp SA. È un'applicazione di pubblicazione WebGIS costruita in PHP su UMN MapServer che sfrutta AJAX. La differenza che lo contraddistingue da altri WebGIS è la sua architettura che permette di separare logicamente e fisicamente i client (cartoclient) dai server (cartoserver) con configurazioni multiple (N client – M server).

Oltre MapServer e i suoi derivati vi sono altri progetti interessanti come GeoServer, Degree e MapGuide Open Source.

***GeoServer*³⁰**

GeoServer è un'applicazione sviluppata su specifiche Java (J22), che rende le informazioni disponibili in una grande varietà di formati. GeoServer offre un robusto supporto per l'editing condiviso. L'applicazione può essere utilizzata sia su Web container Open quali per esempio Tomcat, Jboss e Geronimo, sia su Web container proprietario.

***Degree*³¹**

Degree è un'applicazione di specifiche J2EE nata nel Dipartimento di Geografia dell'Università di Bonn. Questo tipo di WebGIS ha un buon rendimento in rapporto agli altri WebGIS J22, anche se la comunità di utilizzatori è molto piccola.

***MapGuide Open Source*³²**

MapGuide Open Source è sviluppato da Autodesk, la famosa casa produttrice di AutoCAD. Dispone di un sistema di pubblicazione Web che rende molto facile la configurazione e l'amministrazione delle pagine Web da pubblicare.

I dati pubblicati possono essere sia formati CAD sia shapefile.

Oltre ai WebGIS sopraccitati si distinguono alcuni progetti Web Mapping che risultano molto "leggeri". Tra questi:

²⁸ <<http://chameleon.maptools.org/>> [Accesso marzo 2009]

²⁹ <<http://www.cartoweb.org/>> [Accesso: marzo 2009]

³⁰ <<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>> [Accesso: marzo 2009]

³¹ <<http://www.degree.org/>> [Accesso: marzo 2009]

³² <<http://mapguide.osgeo.org/>> [Accesso: marzo 2009]

OpenLayers³³

OpenLayers è un Web Mapping costruito con JavaScript, che non dipende da altri Web Mapping. Offre un'interfaccia utente semplificata ed è in grado di collegarsi a servizi WMS e WFS. Come Ka-Map supporta l'uso di tile e può accedere a mappe Google Maps e Yahoo Maps.

Attualmente i progetti OpenLayers e ka-Map sono in fase di fusione, con l'idea di sfruttare Ka-Map per il lato server ed OpenLayers per il lato client.

Mapbender³⁴

Mapbender è un client Web Mapping costruito con JavaScript che offre un'interfaccia utente configurabile e non dipendente da nessun altro servizio Web Mapping, ma utilizza servizi WMS, WFS(-T) (Transactional Web Feature) e WMC (Web Map Context). Permette all'utente di editare gli oggetti utilizzando WFS-T.

MapBuilder³⁵

MapBuilder è un client Web Mapping costruito su due grandi blocchi: una biblioteca di funzionalità JavaScript ed una parte server che funziona in PHP o J2EE. MapBuilder permette di visualizzare una immagine attraverso WFS e Google Maps, e permette di configurare mappe proprie con WMC. Come Mapbender, presenta la capacità di editing utilizzando WFS-T. Il client fa uso di AJAX per offrire un'interfaccia utente che non necessita di plugin.

³³ <<http://www.openlayers.org/>> [Accesso: marzo 2009]

³⁴ <http://www.mapbender.org/index.php/Main_Page> [Accesso: marzo 2009]

³⁵ <<http://www.mapbuilder.net/>> [Accesso: marzo 2009]

1.9 APPLICAZIONI

Il GIS è dunque uno strumento di supporto alle decisioni perché permette di raccogliere e analizzare in forma grafica i dati a disposizione.

Per questa sua funzione di potente strumento decisionale, il GIS non si rivolge ad un unico settore, ma è in grado di coinvolgere diverse discipline spaziando dalla geologia ai beni culturali, dalla biologia al geomarketing, dalla fisica alla medicina, etc..

In ambito economico ha senso costruire un GIS per compiere un'analisi di mercato. Per esempio, un istituto bancario potrebbe localizzare le aree dove risiedono meno clienti al fine di implementare strategie di mercato mirate.

Nel campo della salute pubblica un GIS può, per esempio, verificare e monitorare la presenza delle zanzare tigre in una zona e mettere a sistema i dati raccolti nelle "trappole" al fine di determinare le aree maggiormente infestate.

Nel campo della pianificazione ambientale con un GIS si possono effettuare analisi di inquinamento acustico, a supporto della redazione di una zonizzazione acustica o di un Piano di Risanamento Acustico, raccogliendo le informazioni sulla mobilità urbana, informazioni relative ai recettori sensibili (ospedali, scuole, chiese, etc.), informazioni sulle altezze dei fabbricati, sul numero dei suoi abitanti, sulla densità degli esercizi commerciali, etc..

Nel campo turistico un GIS può essere costruito per analizzare tutte le risorse disponibili sul territorio (incrociando dati su patrimonio storico e ambientale) e studiare le offerte ricettive disponibili (alberghi, ristoranti, etc.).

Questi sono solo alcuni esempi di progetti in cui l'applicazione del GIS è un valore aggiunto e contribuisce rapidamente allo studio delle varie tematiche.

1.10 APPLICAZIONI IN CAMPO STORICO E ARCHEOLOGICO

Nel campo storico le tecnologie GIS sono arrivate molto tardi rispetto alle altre discipline del sapere. A partire dagli anni '90, però, i GIS hanno iniziato a essere usati anche in questo campo, dando vita a molti progetti e diffondendosi come HGIS (Historical Geographic Information System).

Per i contenuti territoriali di cui necessita un GIS, si capisce bene come non sia facile costruire un sistema informativo geografico per uno storico.

I dati che necessariamente utilizza uno storico sono dati eterogenei che possono essere riassunti principalmente in tre categorie:

- cartografie storiche: la documentazione è rappresentata da piante, planimetrie, ma anche antiche litografie, mappe catastali, incisioni e affreschi, etc..
- reperti archeologici: resti di civiltà, antiche e non, che permettono una ricostruzione storica dell'ambiente, del paesaggio e della città.
- dati storici: possono essere dati documentali come manoscritti, registri, atti notarili, catasti medioevali, epigrafi, testi a stampa, etc..

Date queste premesse si intuisce che la difficoltà maggiore si riscontra nel caso della creazione di un GIS da dati storici. Infatti, nel caso delle cartografie storiche costruire un GIS significa georeferenziare la mappa storica che si ha a disposizione, vettorializzare le unità minime significative (isolati, particelle catastali, etc.) e su di esse inserire tutte le informazioni storiche che si hanno a disposizione come per esempio chi abitava la particella, quanto valeva l'edificio, quanto era alto, etc..

Nel caso si abbiano a disposizione dei reperti archeologici la costruzione di un GIS è conseguenza di un rilievo archeologico ed è quindi un passaggio obbligato per poter produrre una mappa o per poter ricreare un modello virtuale dell'oggetto studiato. Quindi, dai rilievi topografici si ha la possibilità di costruire una base georeferenziata su cui poi si possono collegare le varie informazioni. Non a caso gli archeologici sono stati i primi a cimentarsi con i GIS.

Come può essere creato invece un GIS partendo da dati documentali dal contenuto storico?

In questo caso il posizionamento su base cartografica di un oggetto citato in una fonte può avvenire solo se all'interno della fonte viene indicata la sua ubicazione³⁶. A volte addirittura non si ha neanche una indicazione precisa della localizzazione dell'oggetto, ma si sa che apparteneva ad una parrocchia o ad una circoscrizione. La conseguenza di ciò è che costruire un GIS, avendo a disposizione solo le fonti storiche, non è un'operazione semplice.

Per dare una idea dei temi e delle problematiche degli HGIS si riportano di seguito alcuni interessanti progetti.

Nel campo della cartografia storica sono numerosi i progetti GIS nati per raccogliere le informazioni storiche. Si segnalano due progetti che riguardano due grandi città: Roma e Parigi.

³⁶ L. Berti Ceroni, *Diffusione ed utilizzo dei Geographical Information System nelle discipline umanistiche: prima indagine*, in "Storicamente", n. 1, 2005.

<http://www.storicamente.org/02_tecnostoria/strumenti/Berti_Ceroni_1.htm> [Accesso: marzo 2009]

Il Dipartimento di Studi Urbani dell'Università "Roma Tre" ha realizzato insieme alla Fondazione Cariplo, all'Archivio di Stato di Roma e alla Soprintendenza Comunale di Roma, un GIS basato sul Catasto Pontificio di Roma e sui relativi brogliardi (1818-24), oltre che sullo strato vettoriale della pianta di Roma di G.B. Nolli del 1748.

Da questo sistema informativo geografico è nato poi un WebGIS che permette di visualizzare i dati vettoriali e raster e interrogare gli attributi associati alle particelle catastali³⁷.

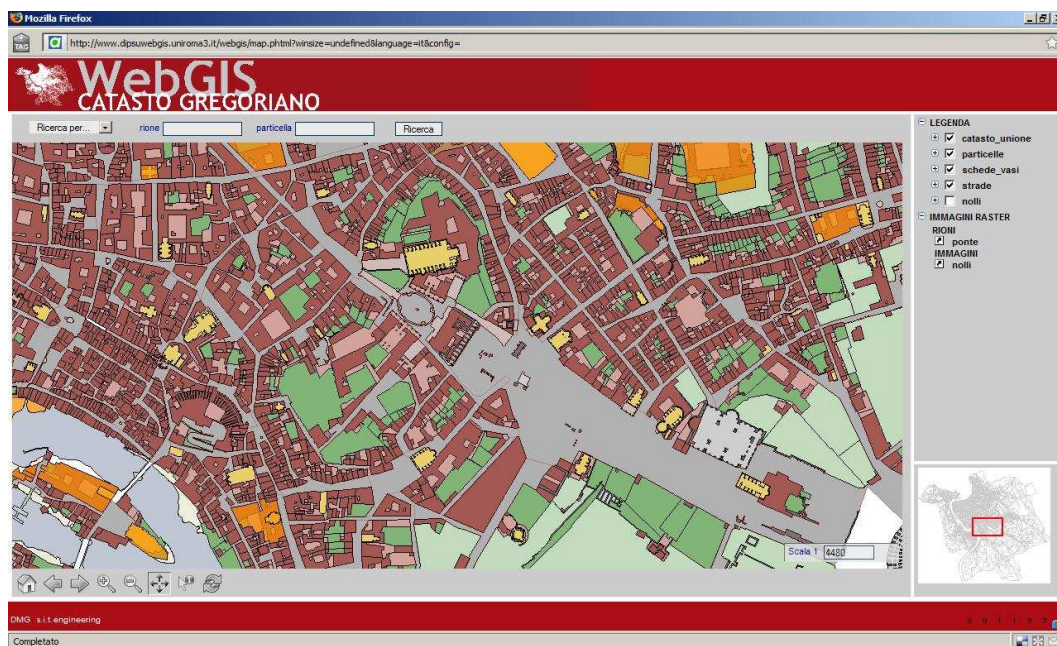


Figura 38 - WebGIS del Catasto Gregoriano di Roma

L'Université de Paris I – Lamop ha avviato un progetto di georeferenziazione con grande rigore scientifico di 912 mappe catastali prodotte tra il 1810 e il 1836 da Vassoit al fine di eseguire un'analisi degli spazi urbani della Parigi ottocentesca³⁸. Al termine del lavoro, agli elementi geometrici e geografici saranno collegate e diffuse, attraverso un WebGIS, tutte le informazioni di tipo storico.

³⁷ <<http://www.dipsuwebGIS.uniroma3.it/gregoriano/#>> [Accesso: marzo 2009]

³⁸ <<http://lamop.univ-paris1.fr/W3/lamopII.Alpage.htm>> [Accesso: marzo 2009]

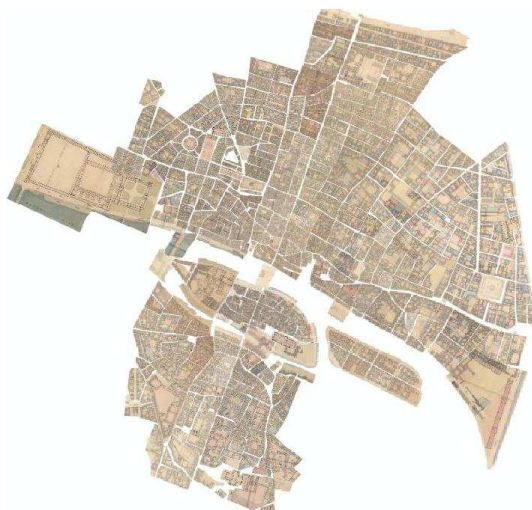


Figura 39 - Mosaico georeferenziato delle mappe catastali di Parigi

Per quanto riguarda i GIS archeologici, un importante progetto è stato avviato dalle Università di Siena e di Firenze insieme alla Soprintendenza Archeologica della Toscana e alla Direzione Centrale del Ministero dei Beni Culturali.

Il fine del progetto è quello di conoscere la storia e la morfologia urbana della città di Firenze mettendo a sistema all'interno di un GIS una gran quantità di informazioni, frutto di più di cento anni di scavi archeologici³⁹.

Su una base cartografica costituita dal Catasto Leopoldino del 1800 e dall'attuale mappa catastale sono state georeferenziate sia diverse cartografie archeologiche, come per esempio le cartoline di Corinto Corinti (piante e sezioni degli scavi che si sono condotti negli anni 1890-95 a seguito della costruzione di Firenze capitale), sia rilievi storici e documentazioni archeologiche, edite e non, che arrivano fino ai giorni nostri.

Il progetto risulta trasversale e sfrutta le potenzialità del GIS come contenitore di dati e utilizza contemporaneamente varie risorse: fonti scritte, cartografie e rilievi.



Figura 40 – Georeferenziazione sulla base cartografica del prospetto realizzato da Corinto Corinti

³⁹ <<http://www.archeofirenze.unisi.it/index.html>> [Accesso: marzo 2009]

Per quanto riguarda gli HGIS generati partendo dalle fonti scritte, un interessante progetto è quello del Dipartimento di Geografia dell'Università di Portsmouth, che ha visto la creazione del Great Britain Historical Geographical Information System (GBHGIS). Originariamente il progetto era nato per raccogliere in un database una enorme mole di informazioni che derivavano da schede di censimento, gazzette storiche, contratti di matrimonio, decessi, racconti di viaggi, statistiche elettorali, elenchi fiscali, etc..

In seguito, a partire dal 2001, si è cercato di costruire un HGIS, anche se molte informazioni contenute nel database non avevano un riferimento territoriale. La soluzione a questo problema è stata quella di costruire un sistema flessibile che non fosse propriamente un GIS (infatti si basa sul sistema di gestione dati Oracle Spatial), che potesse collegare tra di loro, tramite delle regole, le unità territoriali (cappelle, distretti locali, distretto amministrativi, nazioni).

Il sistema può utilizzare rapporti gerarchici per dedurre una localizzazione approssimativa per le unità che mancano di riferimento.

All'interno del sito Web⁴⁰ che ospita il progetto, è per esempio possibile ricercare, attraverso una chiave o una vista territoriale, la contea o la parrocchia desiderata e il programma restituisce i risultati presentandoli secondo un elenco ordinato in base alle unità territoriali (dalla più piccola unità, la parrocchia, alla più grande, la nazione).

Per esempio, se si richiede le documentazioni relative a Londra, cliccando sulla mappa (Fig.41) è possibile accedere a tutte le informazioni associate al punto che si è scelto.

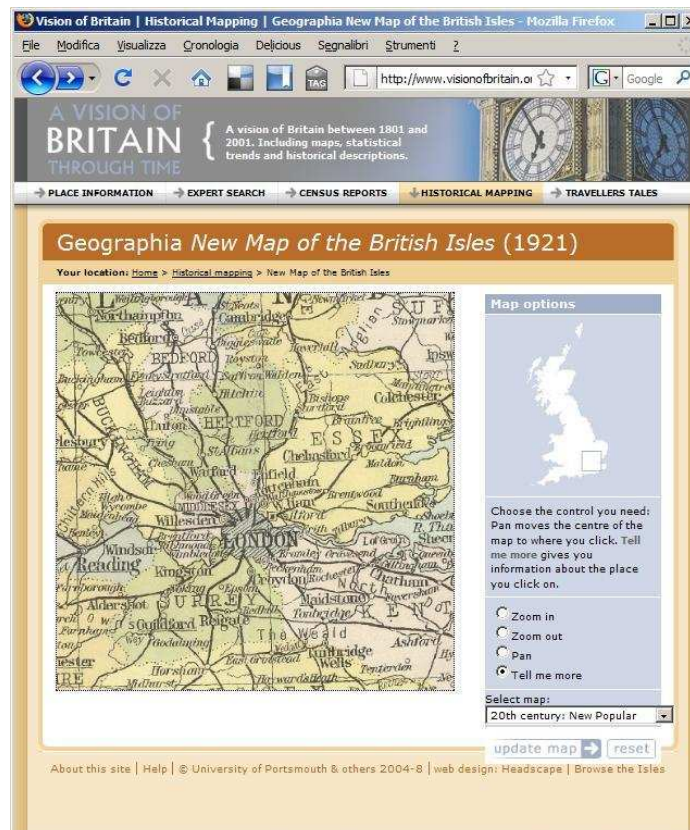


Figura 41 - Schermata del sito "A vision of Britain"

⁴⁰ <<http://www.visionofbritain.org.uk/index.jsp>> [Accesso: marzo 2009]

Di quel punto si avranno informazioni presentate in base alla parrocchia di appartenenza, governo distrettuale, amministrazione di contea e tutte le altre informazioni delle unità storiche.



Figura 42 - Schermata di presentazione dei risultati

Un altro interessante lavoro portato avanti da Rubio Campillo, Universitat de Barcelona, è stato la ricostruzione degli scenari della guerra civile romana tra Giulio Cesare e Pompeo, partendo dai racconti del *De Bello Civili*⁴¹. Cesare partì da Ilerda (attuale Lleida) e arrivò allo scontro con i nemici nei pressi del fiume Ebro. Dal momento che non si conosce il percorso esatto dei due schieramenti si è deciso di raccogliere tutte le informazioni, che derivano dalle fonti scritte, in un GIS. Il GIS contiene quindi informazioni sui parametri dello scenario, la vicinanza a fonti d'acqua, posizione degli accampamenti, etc..

Per capire quali sono state le decisioni prese dai due comandanti o comunque ipotizzare i luoghi dello scontro, tutte le informazioni sono state processate attraverso la teoria matematica dei giochi, una teoria che tende a descrivere in termini matematici il comportamento umano.

Il GIS in questo caso è stato di aiuto alla raccolta completa dei dati.

⁴¹ X. Rubio Campillo, *Las herramientas SIG libre en la investigación Historica*, in *I Jornadas SIG Libre* (Girona 5-7 marzo 2007).

<www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/2pdf/1.pdf> [Accesso: marzo 2009]

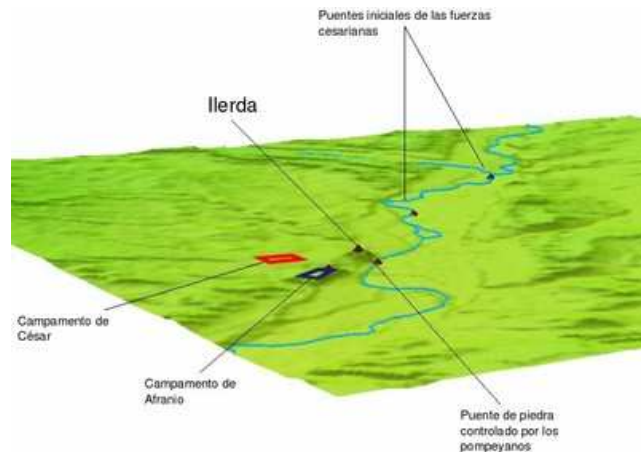


Figura 43 – Scenario di battaglia tra Cesare e Pompeo
(fonte immagine: www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/2pdf/1.pdf)

Un ulteriore progetto è quello del China HGIS⁴², che vede la partecipazione delle Università di Griffith, Fudan, Harvard e la Russian Academy of Sciences. Il database geografico raccoglie dati storici del periodo dinastico cinese a partire dal 221 BCE al 1911 CE. All'interno dei layers contenuti nel HGIS si distingue uno strato informativo che riguarda il viaggio di Zhixu, un maestro buddista. La particolarità del progetto risiede nel fatto che attraverso tecnologie GIS è stato possibile ricostruire la vita del maestro raggruppando le informazioni secondo una sequenza cronologica.

Attraverso il software Time Map si è creato un movie che visualizza il percorso del maestro Zhixu.

Questo è un importante progetto che contiene tre elementi che servono alla comprensione dei contenuti storici: spazio, attributi e tempo. Solitamente la questione tempo non è molto trattata nei GIS⁴³, ma a partire da questo esempio sembra che ci sia un buon potenziale per poter in un futuro compiere analisi non solo di tipo spaziale, ma anche di tipo temporale.

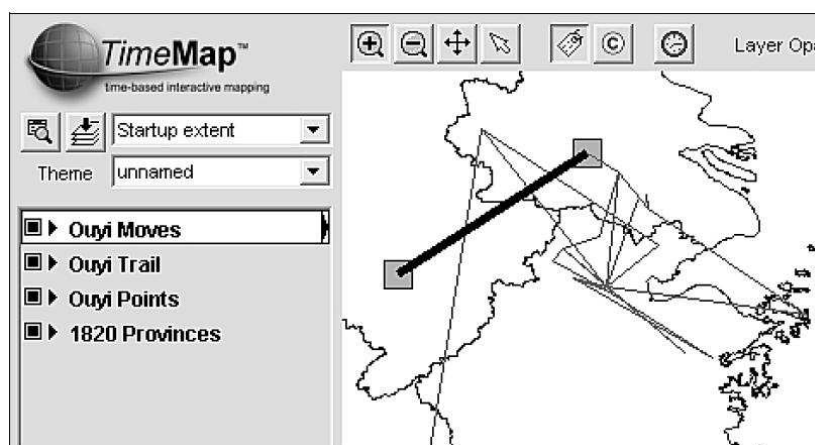


Figura 44 - Schermata TimeMap

⁴² <<http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>> [Accesso: marzo 2009]

⁴³ I. Gregory, *A place in history. A guide to using GIS in historical research*, 2005.
<<http://www.ccsr.ac.uk/methods/publications/ig-gis.pdf>> [Accesso: marzo 2009]

CAPITOLO 2

CAPITOLO 2

COSTRUZIONE DEL GIS STORICO: IL PROGETTO

2.1 PREMESSA

Uno degli obiettivi del dottorato di ricerca è stato quello di creare un GIS che contenesse le informazioni storiche della città di Bologna, un GIS che comprendesse diversi strati informativi tra cui cartografie storiche, database elaborati dalle varie fonti, etc..

Il presente lavoro risulta essere un proseguimento del lavoro presentato da Massimo Neri con la sua tesi di dottorato¹. Purtroppo però molto del materiale prodotto in quella occasione non si è potuto utilizzare per una serie di problematiche che si sono incontrate strada facendo. Una di queste è senz'altro stato il cambio di base cartografica su cui è stato costruito il suo progetto. Infatti, il progetto di Neri ha visto l'utilizzo della cartografia comunale denominata EIRA, una cartografia, realizzata nel 1965 e informatizzata nei primi anni '90, oggi superata in precisione e ricchezza informativa dalla CTC (carta tecnica comunale), la cartografia numerica di elevata precisione di cui si è dotato il Comune di Bologna a partire dal 2001. Questo nuovo progetto si basa, quindi, sulla CTC.

2.2 LA BASE CARTOGRAFICA: LA CTC

Nella costruzione di un GIS il primo passo è quello di scegliere una base cartografica su cui georeferenziare le mappe o su cui collocare gli elementi vettoriali. Si è deciso di utilizzare come base la cartografia tecnica comunale (CTC) del Comune di Bologna².

La cartografia tecnica, realizzata con metodo fotogrammetrico diretto nel luglio 2001, è una cartografia numerica a scala nominale 1:2000 del territorio del Comune di Bologna.

La cartografia è inquadrata nel sistema cartografico nazionale Gauss-Boaga ed è stata convertita nel sistema UTM* ED50³, sistema in uso presso l'amministrazione

La cartografia è un sottosistema della Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 e per questo è conforme ad essa. Le coordinate plano-altimetriche della cartografia, rilevate con operazioni topografiche dirette, hanno una precisione tale da garantire una tolleranza di 48 cm sulla planimetria e di 60 cm sulle curve di livello che descrivono l'altimetria. La CTC ha importanti informazioni sulla spazialità degli edifici. Infatti, sono state inserite a sistema anche la quota di gronda e la quota al piede degli edifici, con una tolleranza di 54 cm. Tale dato consente, attraverso

¹ M. Neri, *Una base digitalizzata per la ricerca storica su Bologna, Applicazioni GIS*, tesi di Dottorato in Storia e Informatica, Università di Bologna, a.a. 2004-2005, relatore F. Lugli, coordinatore F. Bocchi.

² È possibile visualizzare e scaricare la cartografia del comune di Bologna sul sito del SIT <<http://urp.comune.bologna.it/PortaleSIT/portalesit.nsf/#>> [Accesso: marzo 2009]

³ Il sistema di riferimento geodetico UTM* ED50 è il sistema UTM ED50 a cui sono state sottratti 4.000.000 di metri alle coordinate Nord.

strumenti specialistici, la modellazione tridimensionale dell'edificio, che offre una nuova visione della città e del tessuto urbano.

Tra gli elementi vettoriali contenuti nella CTC quelli utilizzati sono stati:

- *arcstra*: shapefile lineare degli archi stradali con indicata la relativa denominazione;
- *civici*: shapefile puntuale dei numeri civici;
- *ctc_alberi*: shapefile puntuale degli alberi isolati;
- *ctc_arredourbano*: shapefile lineare degli elementi di arredo urbano quali scale, gradinate, limite di portici, monumenti;
- *ctc_canalette*: shapefile lineare dei canali di scolo;
- *ctc_ciglioferrov*: shapefile lineare del ciglio della massicciata ferroviaria;
- *ctc_confine*: shapefile lineare del confine del comune di Bologna;
- *ctc_divterreno*: shapefile lineare delle divisioni del terreno e dei cigli di strada;
- *ctc_edifici*: shapefile poligonale che comprende gli edifici di tutta Bologna. Nella tabella associata ad ogni edificio vengono riportate informazioni sulla quota a gronda, quota al piede, area, volume, etc.;
- *ctc_ferrovie*: shapefile lineare della linea del binario ferroviario;
- *ctc_filarisiepi*: shapefile lineare dei filari e delle siepi;
- *ctc_idrografia*: shapefile lineare dell'idrografia e dei corsi d'acqua;
- *ctc_manufvari*: shapefile lineare delle spallette dei ponti, degli imbocchi di galleria, etc.;
- *ctc_marciapiedi*: shapefile lineare del ciglio di marciapiede;
- *ctc_murirecinz*: shapefile lineare dei muri e delle recinzioni;
- *ctc_quartieri*: shapefile poligonale che contiene i limiti amministrativi dei quartieri in base a cui è divisa Bologna;
- *ctc_simboli*: shapefile lineare che rappresenta gli elementi di vestizione della cartografia, consentendo l'individuazione di edifici religiosi, di tettoie e di pensiline;
- *ctc_strade*: shapefile lineare dei cigli stradali;
- *ctc_tronchi*: shapefile poligonale che rappresenta l'area di ingombro stradale;
- *toponimi*: shapefile lineare dei toponimi di strade, luoghi notevoli, etc..



Figura 1 - Estratto della CTC (fonte dati: SIT – Comune di Bologna)

2.3 LE ICONOGRAFIE DI BOLOGNA

Grande è la produzione delle immagini iconografiche che hanno per oggetto Bologna. Le prime immagini della città appaiono nel Medioevo e sono vedute di Bologna che presentano una città sintetizzata, circondata da mura, in cui sono visibili gli edifici più importanti. Successivamente, a partire dal XV secolo le immagini che ci sono pervenute sono sempre più precise perché si basano su criteri geometrici e prospettici.

Con il termine iconografia si intende un insieme di immagini di natura e genere diverso; per questo Cesare De Seta propone una classificazione delle iconografie della città⁴ in:

1. *Veduta in prospettiva*: ripresa da un punto di vista reale con punto di stazione più alto rispetto al sito della città. L'angolazione varia da 60° a 90°.
2. *Profilo*: l'osservatore è disposto generalmente a livello del suolo, l'immagine è frontale. In tal caso l'immagine è piatta e il disegnatore schiaccia sul piano orizzontale tutti gli elementi tridimensionali. L'angolazione non esiste, perché i punti di vista sono disposti all'infinito. Nei profili, a volte capita che vengano esagerate le quote, così come accade nei profili fiamminghi.
3. *Veduta a volo d'uccello*: viene realizzata da un punto di vista immaginario posto ad una certa altezza dal terreno, in modo da riprendere tutta la città e il suo contesto. Per costruire una veduta a volo d'uccello l'autore si serve di una pianta e la ruota per dar risalto a particolari luoghi. Su di essa costruisce ogni edificio in assonometria ortogonale (isometrica, dimetrica, trimetrica) o in assonometria obliqua (alla militare, alla cavaliera) e la morfologia circostante in forma pseudoprospectica. Molto spesso si usa l'espedito di metter fuori scala gli edifici monumentali civili e religiosi per darne un maggior risalto. L'angolazione sull'orizzonte varia mediamente da 40° a 60°.
4. *Pianta*: è la restituzione planimetrica di tutti gli edifici, utilizzando una proiezione ortogonale (ortografica) o zenitale (iconografica). La pianta ha una precisione metrica e scientifica superiore rispetto alle altre iconografie.

Tra le quattro categorie, la veduta a volo d'uccello è stata per molto tempo la rappresentazione più in voga perché in grado di restituire un'immagine fortemente comunicativa che facilitava la lettura della città. Nel Cinquecento risulta essere una tecnica molto utilizzata, per poi essere abbandonata nel secolo successivo.

Le vedute a volo d'uccello erano chiamate a volte vedute, impropriamente poiché in realtà l'immagine disegnata non era possibile che fosse vista nella realtà, e a volte impropriamente piante perché, derivando dal rilievo planimetrico, erano considerate delle vere e proprie piante.

Per quanto riguarda la veduta in prospettiva bisogna sottolineare che anche la veduta è un prodotto abbastanza preciso perché molto spesso per elaborarla l'autore parte dalla pianta e poi effettua dei rilievi che permettono un continuo aggiornamento.

In generale, per realizzare una veduta si effettuano i seguenti passi:

1. realizzazione della planimetria di massima con schizzi degli alzati;
2. trasformazione della pianta secondo uso della proiezione;
3. rappresentazione dell'immagine tridimensionale.

⁴ C. De Seta, *L'immagine della città italiana dal XV al XIX secolo*.

<<http://www.comune.pv.it/museicivici/pdf/annali27/4%20De%20Seta.pdf>> [accesso marzo 2009]

Da non dimenticare che, molto spesso, l'autore usa degli espedienti al fine di rendere più verosimile il prodotto finale (per esempio gli edifici più importanti a volte sono fuoriscala) e così facilmente passa dalla pianta alla veduta senza utilizzare le consuete regole prospettiche. Quindi per creare una veduta in prospettiva era necessario disporre di un buon punto di vista e poi decidere se rappresentare gli oggetti con "occhiate al naturale" o attraverso l'uso di strumenti ottici.

Per quanto riguarda le planimetrie, si può dire che esse sono menzionate molto più spesso di altre tecniche anche se nella pratica sono le meno realizzate.

La necessità di disegnare le piante si fa strada all'inizio del XVI secolo per motivi militari al fine di capire se le fortificazioni esistenti potessero essere sufficienti o fosse necessario costruirne delle nuove.

Come era costruita una planimetria?

Nel Cinquecento i metodi proposti per il rilievo urbano erano due⁵:

1. metodo per punti di stazionamento (indiretto)
2. metodo per camminamento (diretto).

Non tutti gli strumenti a disposizione in quell'epoca permettevano di usufruire dei due metodi.

Riassumendo, il primo metodo permetteva di determinare la posizione del punto C, nota la distanza AB e misurati gli angoli CAB e CBA.

Il metodo per punti di stazionamento si basava sul criterio di indeformabilità dei triangoli piani.

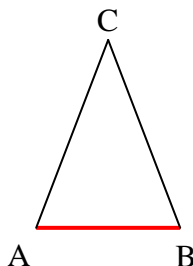


Figura 2 – Metodo per punti di stazionamento

La conoscenza della misura incognita non era ottenuta attraverso le regole trigonometriche (che erano comunque conosciute in quell'epoca), ma attraverso operazioni di proporzione di triangoli simili. L'incognita era letta sullo strumento (come per esempio l'olometro) oppure ricavata dalla rappresentazione grafica del triangolo.

Il metodo per camminamento, invece, oltre alla misura degli angoli, prevede la misura delle distanze in una successione detta "poligonale" chiusa (proprio nella seconda metà del XVI secolo prese piede la misurazione con la catena metrica, indeformabile).

La scelta dei due metodi era molto spesso subordinata a motivazioni militari: se non ci si poteva avvicinare alla città si usava il metodo indiretto, viceversa altrimenti.

A quel tempo, era molto in voga rappresentare e mettere in risalto il sistema difensivo, solo pochi esemplari cinquecenteschi raffigurano l'intero contenuto urbano.

⁵ D. Stroffolino, *La città misurata. Tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*, Salerno Editore, Roma, 1999.

Un'altra considerazione sulle piante riguarda lo studio di come è rappresentato ciò che è esterno alla città. In molti casi l'area esterna non segue le regole della proiezione ortogonale e gli oggetti vengono rappresentati in assonometria.

All'interno dei GIS è possibile utilizzare le piante e le vedute a volo d'uccello per poter ricostruire l'immagine della città. Per poter far questo è necessario effettuare un'analisi delle piante o delle vedute che si hanno di fronte e porsi una serie di domande come per esempio: Quante carte esistono? Ciò che ci troviamo di fronte è l'originale o è una copia? Vi sono altre copie? Quanto è alta la rappresentazione cartografica? Cosa può trasmettere a livello informativo? A chi era diretta? Chi era il committente? C'è una veridicità nella pianta cartografica?

È importante saper leggere una carta storica senza prendere abbagli e farsi illuminare dalle fonti archeologiche, documentali, narrative⁶.

Come si è detto precedentemente, numerose sono le cartografie storiche che hanno per oggetto Bologna. La maggior parte di esse riprende la città da Nord con la campagna in primo piano e le colline sullo sfondo.

La grande produzione cartografica termina nel Settecento; in seguito migliora la tecnica di rappresentazione, ma si producono cartografie di tipo locale e con minor frequenza.

Brevemente vengono passate in rassegna le carte più importanti.

L'affresco del 1575 contenuto nella Sala Bologna del Vaticano è una veduta a volo d'uccello di elevata perizia topografica.



Figura 3 - Affresco Vaticano 1575
(fonte: Musei Vaticani, Roma)

⁶ A volte ci si trova di fronte a mappe che non rispecchiano la realtà. Ne è un esempio *Felsina sive Bononia Antiqua* di Montalbani, il quale racchiude all'interno delle seconde mura un mix di città etrusca, gallica e romana.

Il committente di tale opera fu il papa bolognese Gregorio XIII, che volle la rappresentazione della sua città natale negli uffici vaticani. Nel dipinto sono raffigurati con il tetto rivestito d'oro e con il loro relativo nome tutti gli edifici ecclesiastici e il Palazzo Boncompagni, di proprietà di papa Gregorio XIII. L'affresco risulta essere coevo alla prima rappresentazione del Carracci, considerata la madre di tutte le carte.

Sebbene l'affresco della Sala Bologna provenga da un rilievo eseguito da misuratori del territorio, in realtà ciò che è contenuto all'interno degli isolati ha una misura in scala, mentre la larghezza delle strade è stata dilatata per dare visibilità agli edifici che sarebbero altrimenti stati oscurati dalla prospettiva.

Gli interni dei palazzi non sono misurati altrettanto bene poiché molto difficilmente al cartografo era permesso entrare nei cortili interni, mentre l'esterno degli isolati riporta dei fronti che sono abbastanza veritieri.

Una rappresentazione di Bologna coeva a quella vaticana è l'affresco di Egnazio Danti (1580-1581) *Bononia*. In questa mappa l'autore coglie il fatto che la parte interna è regolare e riconducibile alla città romana. All'esterno si possono notare l'ampia zona collinare e la rappresentazione dei luoghi religiosi come San Luca e San Giuseppe, raffigurati nella loro dimensione tridimensionale.



Figura 4 – Danti, *Bononia* (fonte immagine:

http://www.scienzegeografichebologna.it/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=18&Itemid=33)

Nel 1582 Duchet produce *Vero ritratto della città di Bologna*, una incisione in cui sono evidenziati gli edifici religiosi. La raffigurazione sembra quasi essere una moderna mappa tematica degli edifici religiosi. Un particolare importante che si

può qui evidenziare sono le due strade che partono a sinistra e a destra del decumano massimo (Via San Felice e Via Santo Stefano) che sono percepite come due vie speculari (cosa che sappiamo non essere così).



Figura 5 - Duchet, *Vero ritratto dela città de Bologna*
(fonte immagine: <http://disegnarecon.cib.unibo.it/article/viewFile/628/600>)

Molto simile alla mappa di Duchet risulta la mappa elaborata da Florimi sul finire del secolo XVI. Entrambi gli autori rappresentano le mura merlate. La pianta è corredata da una legenda con 149 numeri per le chiese, i monasteri e i conventi e 10 lettere maiuscole per gli edifici o i monumenti più importanti.



Figura 6 - Florimi, *Bologna*
(fonte immagine: <http://www.libreriamediolanum.com/default.ASP?q1=3>)

Nel 1590 Hogenberg propone la sua *Bononia alma studiorum mater*. Anche in questo caso abbiamo una produzione cartografica molto simile alle due precedenti: l'unica differenza è una maggior chiarezza e linearità delle strade all'interno della città.



Figura 6 – Hogenberg, *Bononia alma studiorum mater*
(fonte immagine: <http://www.sanderusmaps.com/>)

Nel 1636 Aretusi con la sua *Bononia mater studiorum* dà un'immagine della città integrata con il mondo rurale.

L'anno successivo il Borboni evidenzia nella sua incisione una linea pressoché circolare che rappresenta le mura dei torresotti. Il prodotto è ricco di dettagli e particolari. Ne è un esempio il tratto del canale delle Moline in cui è possibile vedere le ruote idrauliche in azione.



Figura 7 - Borboni, *Bologna*
(fonte immagine: http://www.cartageo.com/imagi/prodotti/1886_big.jpg)

Nel 1663 Blaeu produce una mappa di Bologna, *Bononia docet mater studiorum*, in cui si dà un'ottima informazione della vegetazione circostante. Come nella mappa di Danti, si rappresentano fuori dalle mura gli edifici in una forma volumetrica. Il portico degli Alemanni viene rappresentato fuori mappa con l'aggiunta di una strisciolina cartacea perché, essendo in costruzione, Blaeu non ne aveva informazioni precise a livello metrico. Nella parte inferiore sono presenti dodici lettere e 103 numeri di riferimento ai palazzi, monumenti e luoghi della città.



Figura 9 – Blaeu, *Bononia docet mater studiorum*
(fonte immagine: <http://www.sanderusmaps.com/>)

Nel 1692 Mitelli elabora una mappa dal titolo *Bologna in pianta città del Papa*. L'importanza di questa mappa non risiede tanto nella sua precisione metrica che lascia alquanto a desiderare, ma consiste nel grande contenuto di informazioni toponomastiche. Infatti, sono riportati con un asterisco i palazzi senatori e il nome delle famiglie senatorie, oltre a conventi e chiese. Inoltre, la mappa riporta, con grande precisione, il nome delle strade.

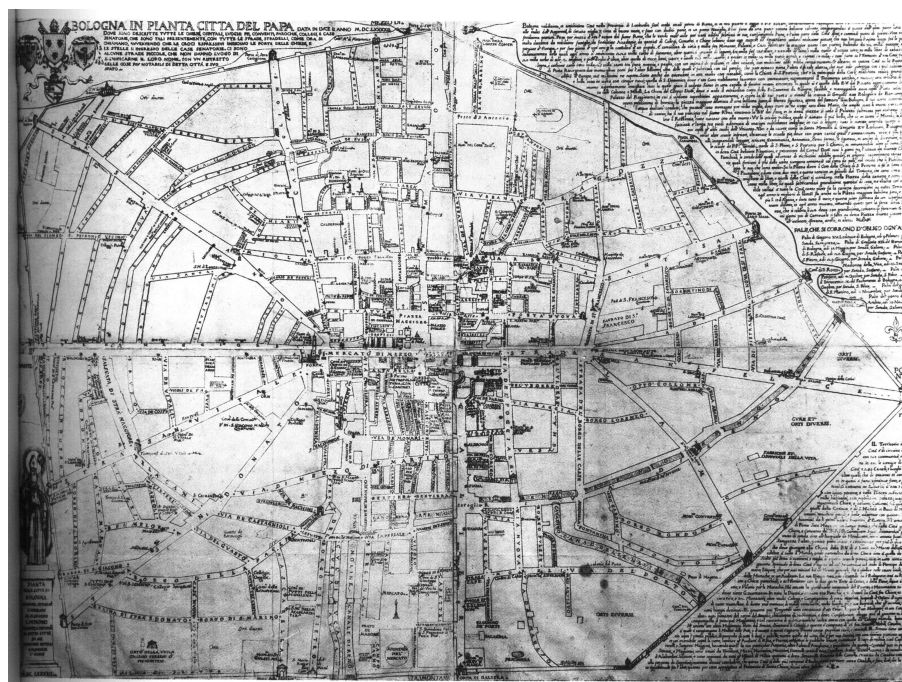


Figura 10 - Mitelli, *Bologna in pianta città del Papa*

Del tutto simile alla cartografia di Mitelli è quella di Coronelli. Anch'egli deforma la mappa al fine di visualizzare tutta la toponomastica della città.

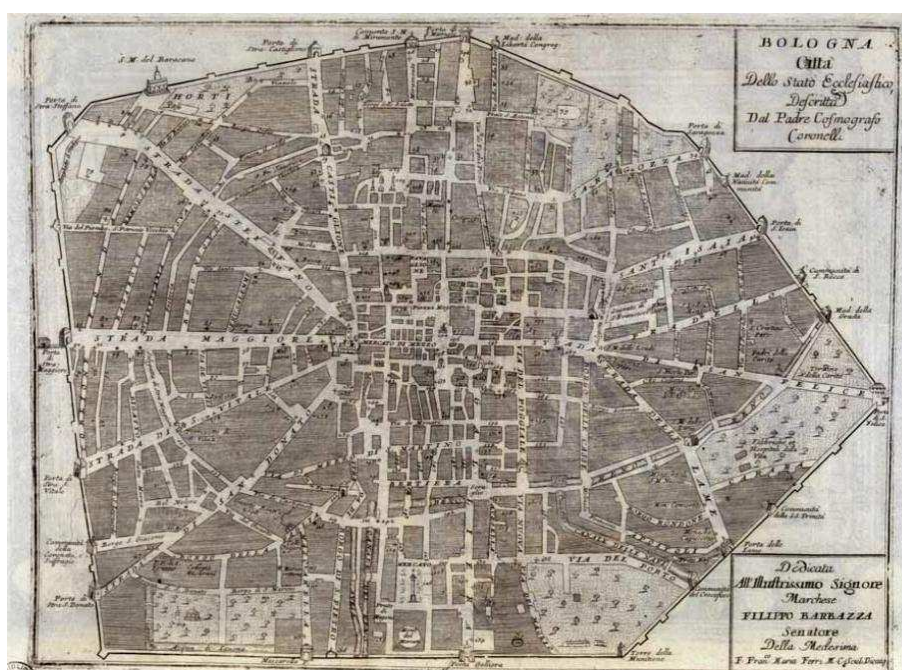


Figura 11 - Coronelli, *Bologna Città dello Stato Ecclesiastico*
(fonte immagine: <http://geoweb.venezia.sbn.it/>)

Nella mappa di Filippo De' Gnudi del 1702, *Disegno dell'Alma città di Bologna*, si nota per la prima volta che l'autore ha colto la differenza tra la parte occidentale all'estremo del decumano e quella orientale. Infatti, come si può notare si ha uno

sviluppo lineare lungo la radiale occidentale, mentre nella parte orientale si ha uno sviluppo radiale effetto dell'addizione longobarda. La ripresa di questa carta è particolare: non è ripresa da Nord. All'interno degli isolati la precisione viene un po' a mancare perché molto spesso non si poteva accedere agli edifici.



Figura 12 - De' Gnudi, *Disegno dell'Alma città di Bologna*

La prima vera restituzione planimetrica senza alzato è quella dei periti Monari e Laghi, dal titolo *Città di Bologna* del 1711. È una carta topografica di grandi dimensioni che raffigura la struttura viaria ordinata dall'Assunteria di Ornato ai periti Gregorio Monari e Antonio Laghi per consentire l'esatta misurazione in lunghezze e superficie della rete urbana. Nella pianta sono evidenziati i palazzi senatori, gli edifici religiosi e le strade dell'area con la relativa toponomastica. Il tutto viene disegnato con una grande precisione.

Nel 1745 Monari rinnova la versione della sua pianta affidando l'incisione a Scarselli e adotta dimensioni ridotte rispetto all'originale.

Nell'unica pianta disegnata da Pio Panfili, *Pianta della città di Bologna*, sono indicati i quartieri e a cornice della planimetria sono presenti sei istituzioni e edifici civili. In quegli anni era consuetudine rappresentare le bellezze bolognesi nella cornice esterna.

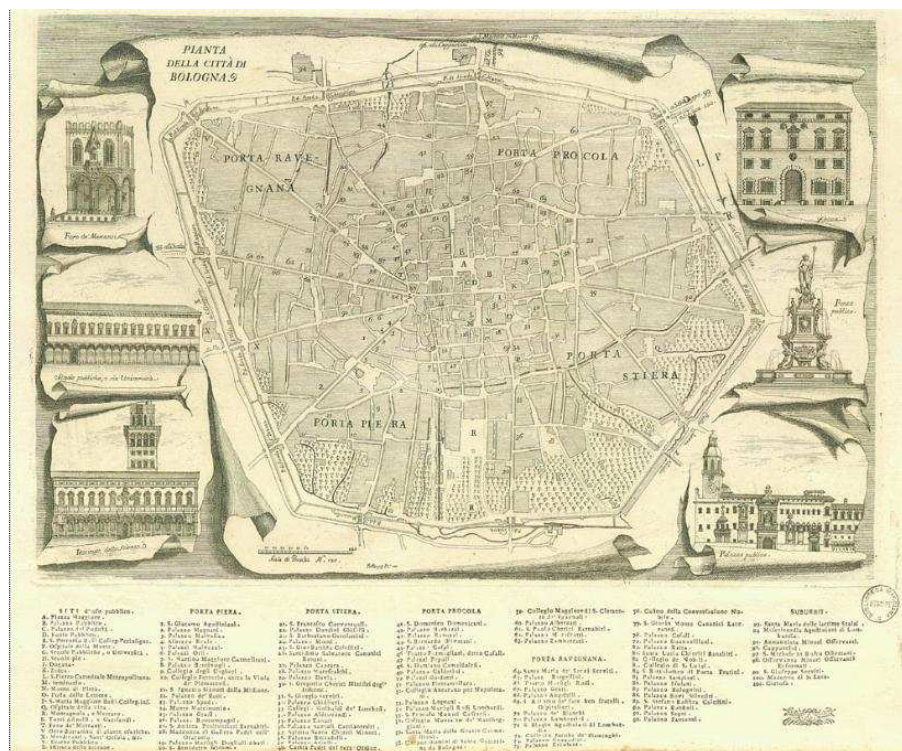


Figura 13 - Pio Panfilì, *Pianta della città di Bologna*
(fonte immagine: <http://geoweb.venezia.sbn.it/>)

Il Catasto Gregoriano (anche chiamato Catasto Pontificio) è il primo catasto geometrico particellare di tutto lo Stato Pontificio. Fu ordinato da Pio VII nel 1816, allo scopo di riorganizzare lo Stato dal punto di vista amministrativo, e portato a termine durante il pontificato di Gregorio XVI nel 1835.

Fu realizzato dalla Presidenza generale del Censo, secondo i criteri già adottati dal Catasto Napoleonico nelle Legazioni (Bologna e le Romagne) e nelle Marche durante il Regno d'Italia. Le mappe urbane (realizzate nel sistema metrico decimale) comprendono la parte di Bologna racchiusa all'interno delle terze mura e sono a scala 1:2.000.

La rilevazione di tutte le province dello Stato (escluso Suburbio di Roma e dell'Agro romano) fu affidata nel marzo 1817 agli ingegneri milanesi Costantino Del Frate, Felice Lorini, Pietro Locatelli e Pietro Oggioni. I lavori di rilevazione cartografica si conclusero nel 1821, ma la complessità delle operazioni prolungò la sua attivazione che avvenne per tutto lo Stato Pontificio solo nel 1835, con l'adozione di un estimo provvisorio. Il Catasto Pontificio a Bologna rimase in vigore con aggiornamenti e variazioni fino al 1924⁷.

Nella mappa ogni particella catastale è raffigurata da una superficie chiusa solitamente di colore rosa e contrassegnata da un numero progressivo, mentre le chiese sono indicate con lettere alfabetiche. La motivazione di tale indicizzazione

⁷ Per una breve storia amministrativo-istituzionale, si può vedere il sito dell'archivio di Stato di Bologna: <<http://patrimonio.archiviodistatobologna.it/asbo-xdams/scheda.jsp?db=asboAnagrafe&hierStatus=&openDoc=208&toElement=&qrid=&pageToShow=0>> La scheda è stata realizzata da P. Luciani, A. Campanini, I. Germani. [Accesso marzo 2009]

risiede nel fatto che il catasto è accompagnato da un registro catastale (o brogliardo), in cui per ogni particella era indicato il nominativo di chi possedeva il bene, quanto valeva il bene, la natura del bene, etc⁸. Nella mappa vi sono riportati anche i corsi d'acqua (di colore azzurro) e i giardini (di colore verde).



Figura 14 - Particolare del Catasto Pontificio

Per poter avere un elenco completo delle tavole prodotte a partire dal Cinquecento e della loro localizzazione è stato costruito un database tratto dal catalogo delle cartografie redatto da Giovanni Ricci⁹. Il database, aggiornato all'anno di pubblicazione del libro di Giovanni Ricci (1985), contiene le informazioni sulle cartografie che sono state prodotte, siano esse dipinti, affreschi, incisioni, etc..

Questa catalogazione rappresenta una prima raccolta digitale delle informazioni sulle cartografie storiche ed è chiaro che in qualsiasi momento può essere implementata e aggiornata.

Il database contiene diverse informazioni sulle cartografie storiche che sono contenute in campi distinti come autore, nome dell'oggetto, genere (veduta, pianta, etc.), tipologia del lavoro (incisione, affresco, etc.), data di realizzazione, ubicazione, dimensioni, fonte in cui viene citata, editore, etc..

⁸ Delle mappe e dei brogliardi esistono due copie diverse. Una copia dei brogliardi e delle mappe originali, in rettangoli sciolti, e in bianco e nero è conservata presso l'Archivio di Stato di Bologna e provengono dalla Cancelleria del Censo di Bologna, ufficio periferico con distrettuazione propria, incaricato di mantenere costantemente aggiornato il catasto nel comune. Mentre l'originale (a colori) risiede all'Archivio di Stato di Roma e proviene dall'Archivio delle mappe della Presidenza del Censo.

⁹ G. Ricci, *Bologna*, Laterza, Bari, 1980, pp. 167-173.

Microsoft Access - [Cartografie S: Tabella]							
Digitare una domanda.							
	Id	nome	genere	autore	qualità del lavoro	data	ubicaz
	1	Veduta della città di Bologna	veduta	F. Francia	affresco	1505	Palazzo Comuna
	2	Veduta della città di Bologna	veduta	bottega di F. Francia	pittura su tela	primi anni XVI secolo	Conservatorio Ba
	3	Pianta prospettica di Bologna	pianta prospettica	C. G. Alberti, S. Dattili, L. Sabatini, D. Tibal	pittura murale	1575	Palazzi Vaticani
	4	Bononia	pianta scenografica	E. Danti	affresco	1580-1581	Palazzi Vaticani
	5	Bononia docet mater studiorum	pianta scenografica	Agostino Carracci e bottega	incisione (bulino)	1581	
	6	Bononia. Vero ritratto della città di Bologna	pianta scenografica	C. Duchet	incisione (acquaforte)	1582	
	7	Bologna	pianta scenografica	M. Fiorini	incisione (bulino)	fine secolo XVI	
	8	Bononia alma studiorum mater	pianta scenografica	F. Hogenberg	incisione (acquaforte)	fine secolo XVI	
	9	Bononia	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	fine secolo XVI - inizio secolo XVII	
	10	Bononia	pianta scenografica	F. Vallegio ?	incisione (acquaforte)	fine secolo XVI	
	11	Bononia in Italia	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	prima metà secolo XVII	
	12	Bononia	pianta scenografica	J. Lamo ?	incisione (acquaforte)	1610	
	13	Bologna	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	prima metà secolo XVII	
	14	Bologna	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	fine secolo XVI	
	15	Bononia docet mater studiorum	pianta scenografica	anonimo carraccesco	dipinto su tela	prima metà secolo XVII	Banca Nazionale
	16	Ritratto ovvero profilo della città di Bologna	veduta	F. Dal Buono	incisione (bulino)	1636	
	17	Bononia docet mater studiorum	pianta scenografica	C. Aretusi	incisione (bulino)	1636	
	18	Bologna	pianta scenografica	M. Borboni	incisione (xilografia)	1637	
	19	Boulogne	veduta		incisione	secolo XVII	
	20	Felsina sive Bononia antiqua	pianta scenografica	O. Montalbani	incisione (acquaforte)	1663	
	21	Bononia docet mater studiorum	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	1663	
	22	Bologna	pianta scenografica		incisione	metà secolo XVII	
	23	Bononia	pianta scenografica		incisione (acquaforte)	metà secolo XVII	
	24	Bologna celebre madre de' studi	veduta		incisione (bulino)	1673	
	25	Bologna	veduta	G. C. Kilisch	incisione (acquaforte e bulini)	metà secolo XVII	
	26	Bologna	pianta scenografica e sce	G. Bodenehr	incisione (acquaforte)	seconda metà XVII secolo	
	27	Bologna	veduta	G. Bodenehr	incisione (acquaforte e bulini)	seconda metà XVII secolo	
	28	Bologna celebre madre de' studi	veduta		incisione (bulino)	fine secolo XVI	
	29	Bologna in pianta città del Papa	incografia				
	30	Bologna Città dello Stato Ecclesiastico	pianta scenografica	F. M. Ferri	incisione (acquaforte)	seconda metà XVII secolo	
	31	Disegno dell'alma città di Bologna	pianta scenografica	F. de' Gnudi	incisione (acquaforte)	1702	
	32	Bologna - Bononien	veduta	F. B. Werner	incisione (bulino)	inizio secolo XVIII	
	33	Pianta della Città di Bologna misurata e dissegna	incografia	G. Monari e A. Laghi	disegno aquerellato	1711	Archivio di Stato
	34	Pianta o sia Mappa dell'andamento di tutte le For	incografia	A. Laghi	disegno	1721	Municipio
	35	Bologna	pianta scenografica			1724	

Figura 15 - Particolare del database delle cartografie storiche

2.4 LA GEOREFERENZIAZIONE

Per poter inserire le mappe storiche in formato raster in un GIS è necessario compiere un'operazione molto delicata chiamata georeferenziazione. Georeferenziare una carta significa attribuire a ciascun pixel di un'immagine una coppia di coordinate X e Y reali e metriche. L'operazione di georeferenziazione viene effettuata solitamente sui file raster, ma può essere effettuata anche sui file vettoriali.

L'operazione si basa su trasformazioni geometriche che avvengono tra alcuni punti individuati nell'immagine e i corrispondenti punti contenuti nella cartografia di riferimento. Tali punti vengono definiti GCP (Ground Control Point).

In generale, se ξ e η descrivono la posizione del pixel sull'immagine (coordinate immagine) e X e Y sono le coordinate in un sistema di riferimento (coordinate oggetto), le coordinate immagine e oggetto sono legate tra loro dalla funzioni:

$$\xi = f(X, Y)$$

$$\eta = g(X, Y)$$

che significa che ogni coordinata immagine è funzione delle coordinate oggetto. Diverse sono le trasformazioni geometriche che si possono applicare in un processo di georeferenziazione. Tra le più diffuse ci sono:

- le trasformazioni conformi: sono trasformazioni di rototraslazione con variazione di scala che si possono così scrivere:

$$X = \eta \lambda \cos \alpha + \xi \lambda \sin \alpha + T_x$$

$$Y = \eta \lambda \sin \alpha - \xi \lambda \cos \alpha + T_y$$

dove le quattro incognite sono

α = angolo di rotazione

λ = fattore di scala

T_x e T_y = traslazione lungo asse x e y.

Per poter risolvere le equazioni con quattro incognite è necessario fornire quattro valori, per questo bisogna conoscere le coordinate di due punti noti in entrambi i sistemi di riferimento (le coordinate X,Y, ξ e η di due punti P_1 e P_2).

- le trasformazioni affini: sono trasformazioni di rototraslazione con variazione di scala diversa su due assi. La formula matematica è definita da:

$$X = \eta \lambda_x \cos \alpha + \xi \lambda_x \sin \alpha + T_x$$

$$Y = \eta \lambda_y \cos \alpha - \xi \lambda_y \sin \alpha + T_y$$

In questo caso si hanno 5 incognite ed è quindi necessario conoscere 3 punti noti nel sistema oggetto e nel sistema immagine.

Nel caso un asse non sia perpendicolare, ci si trova di fronte ad una trasformazione affine detta di 6 parametri, se invece i due assi non sono perpendicolari si parla di trasformazione affine a 7 parametri;

- le trasformazioni polinomiali: sono trasformazioni che variano in funzione del grado del polinomio:

$$\begin{aligned} X &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + \dots \\ Y &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + b_5y^2 + \dots \end{aligned}$$

Solitamente si utilizzano le equazioni di tipo lineare che sono così descritte:

$$\begin{aligned} X &= a_0 + a_1x + a_2y \\ Y &= b_0 + b_1x + b_2y \end{aligned}$$

Per poter risolvere queste due equazioni è necessario conoscere le coordinate oggetto e immagine di 3 punti.

Una trasformazione del secondo ordine, poiché contiene 12 incognite, necessita di conoscere 6 punti noti nel sistema immagine e nel sistema oggetto.

Le equazioni cubiche invece sono così definite:

$$\begin{aligned} X &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + a_6x^3 + a_7xy^2 + a_8x^2y + a_9y^3 \\ Y &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + b_5y^2 + b_6x^3 + b_7xy^2 + b_8x^2y + b_9y^3 \end{aligned}$$

Per risolvere questo tipo di equazione sono necessari 10 punti.

L'accuratezza di questo metodo di georeferenziazione dipende dalla precisione della localizzazione dei GCP. L'utilizzo di molti GCP minimizza l'effetto di ogni singolo errore.

Se oltre ai punti necessari alla risoluzione delle equazioni si aggiungono ulteriori punti si ha una ridondanza delle equazioni. Dalla risoluzione di queste ulteriori equazioni è possibile ottenere informazioni sulla bontà dell'operazione di georeferenziazione grazie all'analisi di una misura statistica chiamata scarto quadratico medio.

Lo scarto quadratico medio (RMS) è definito dalla formula:

$$\sigma = \sqrt{(X - X_{CAL})^2 + (Y - Y_{CAL})^2}$$

dove:

X, Y sono i valori inseriti dall'operatore,

X_{CAL}, Y_{CAL} sono i valori calcolati risolvendo le equazioni ridondanti.

Più l'RMS è basso più significa che la posizione del punto è precisa. Lo scarto quadratico medio è funzione dell'errore di graficismo.

L'operazione successiva alla georeferenziazione è il ricampionamento dell'immagine; infatti, per effetto della georeferenziazione i pixel dell'immagine si trovano in una posizione metrica corretta, ma hanno un valore numerico (valore di radianza) che non è definito.

Una stima dei nuovi valori di radianza e quindi dei nuovi numeri digitali dei pixel è fatta mediante procedure di interpolazione matematica chiamate tecniche di ricampionamento. Ricampionare un'immagine significa attribuire i valori di radianza dei pixel dell'immagine di partenza alle celle dell'immagine corretta.

Tre sono gli algoritmi di ricampionamento più diffusi:

- Nearest Neighbour: il nuovo numero digitale DN è dato dal numero digitale del pixel che ha le coordinate di riga e colonna (intere) più vicine alle coordinate X,Y (reali) ottenute dalla trasformazione geometrica;
- Bilineare: il nuovo valore è definito dalla media pesata dei valori radiometrici di un intorno costituito dai 4 pixel più vicini;
- Cubico: il nuovo numero digitale è assegnato sulla base di una valutazione dei 16 pixel più vicini, tramite la risoluzione di un'equazione polinomiale di terzo grado con modifica dei valori originali di radianza.

Il metodo di interpolazione più corretto è quello cubico, anche se risulta il più lungo come tempi di calcolo. In generale è il metodo più usato poiché genera un'immagine dall'aspetto più smussato.

2.4.1. ANALISI DELLE CARTOGRAFIE STORICHE

Prima di effettuare la georeferenziazione è conveniente avere delle informazioni sulla precisione planimetrica di una mappa. Ecco perché è utile effettuare delle analisi sulla mappa storica. Oggi le nuove strumentazioni hardware e software ci permettono di effettuare studi altrimenti non possibili. Per analizzare le cartografie storiche si può utilizzare il software MapAnalyst¹⁰. Prodotto Open Source, MapAnalyst è una applicazione Java che viene eseguita sulle piattaforme più conosciute (Linux, Mac, Windows). Grazie al suo codice "aperto" è possibile, a chiunque abbia delle competenze di programmazione Java, personalizzare il programma.

Tramite l'individuazione dei GCP sulla mappa storica e sulla base di riferimento, il programma consente di calcolare la distorsione della mappa storica, la sua scala, la sua rotazione, le variazioni degli spostamenti, etc..

Si è preso a titolo di esempio una porzione di immagine della veduta vaticana per effettuare alcune valutazioni sull'affresco. Da sottolineare che la veduta vaticana è stata fotografata ottenendo otto immagini di buona risoluzione. Nella versione originale presenta una dimensione di 6,5 metri di larghezza e di 4,5 di altezza. Attraverso opportuni software le immagini sono state mosaicate in modo da ottenere un continuum territoriale¹¹.

¹⁰ <<http://mapanalyst.cartography.ch/>> La versione utilizzata è stata la versione MapAnalyst 1.2.3. [Accesso: marzo 2009]

¹¹ Attraverso l'utilizzo di Esri ArcMap è stato possibile unire le varie immagini ed ottenere un'unica immagine.

MapAnalyst presenta una finestra principale, divisa verticalmente in due parti: nella parte sinistra della finestra si mostra la mappa storica (importata con il comando “Import Old Map Image”), nella parte destra si ha la cartografia di riferimento scelta¹², nel nostro caso la CTC (importata con il comando Import New Map Image).

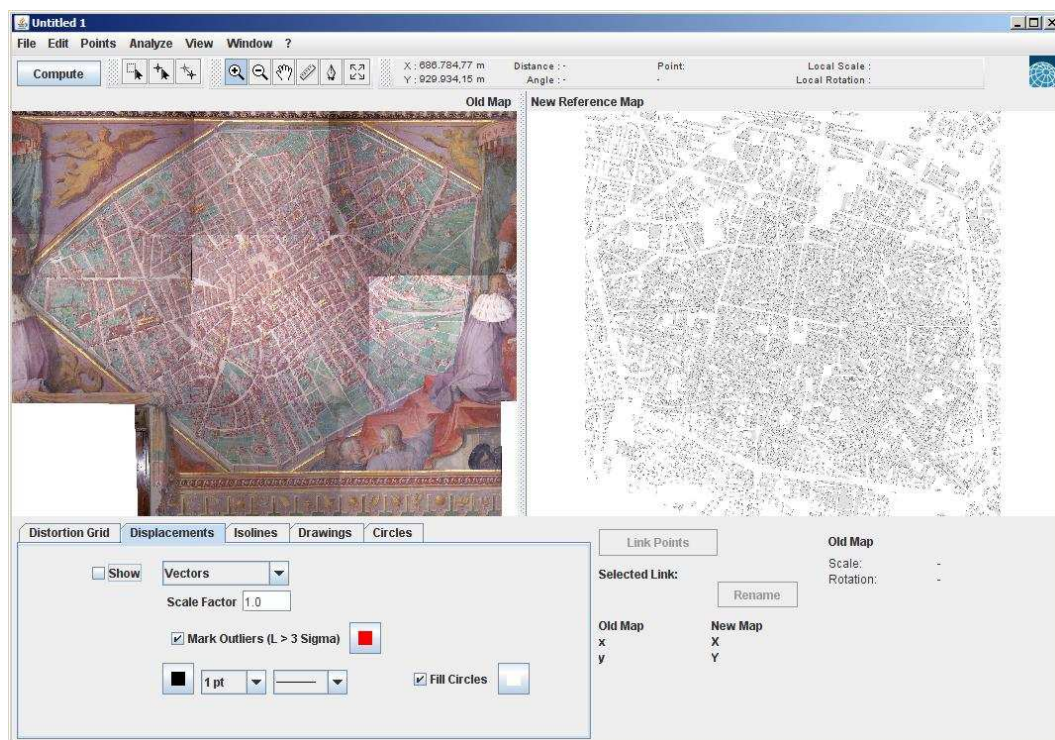


Figura 16 - MapAnalyst: old image e new image

Per effettuare un'analisi geometrica sulla Vaticana si sono per prima cosa ritrovati dei punti presenti nella veduta che siano presenti anche nella carta tecnica comunale e su di essi sono state applicate le trasformazioni matematiche precedentemente descritte.

Individuato un punto nella mappa storica e il suo corrispondente nella CTC, con il comando Set New Point, si collegano i due punti con il comando Link Points.

¹² La cartografia tecnica comunale in formato vettoriale è stata convertita in formato raster attraverso un tool di ArcMap perché MapAnalyst non prevede in input l'uso di dati vettoriali.

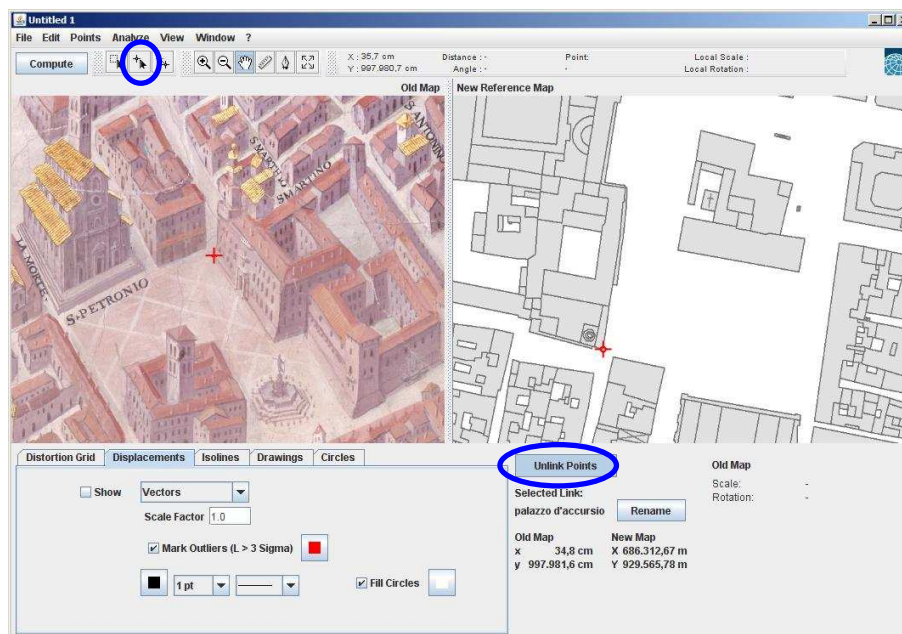


Figura 17 - La ricerca dei punti di controllo nella old e nella new map (Palazzo Comunale).
In evidenza in blu i tasti di Set Link e Link Points

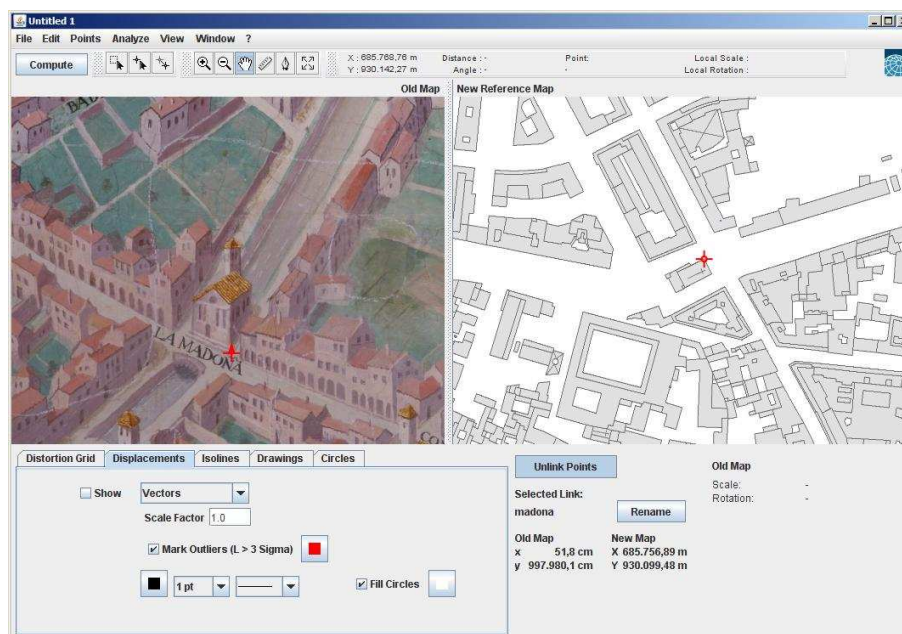


Figura 18 - La ricerca dei punti di controllo nella old e nella new map (La Madona)

Una volta individuati diversi GCP sulle mappe, attraverso il comando di Analyse/Compute, è possibile effettuare l'analisi dell'affresco vaticano. Il software MapAnalyst permette di utilizzare diversi tipi di trasformazioni: trasformazioni affini a 4 parametri, a 5 parametri, trasformazione di Helmert a 6 parametri.

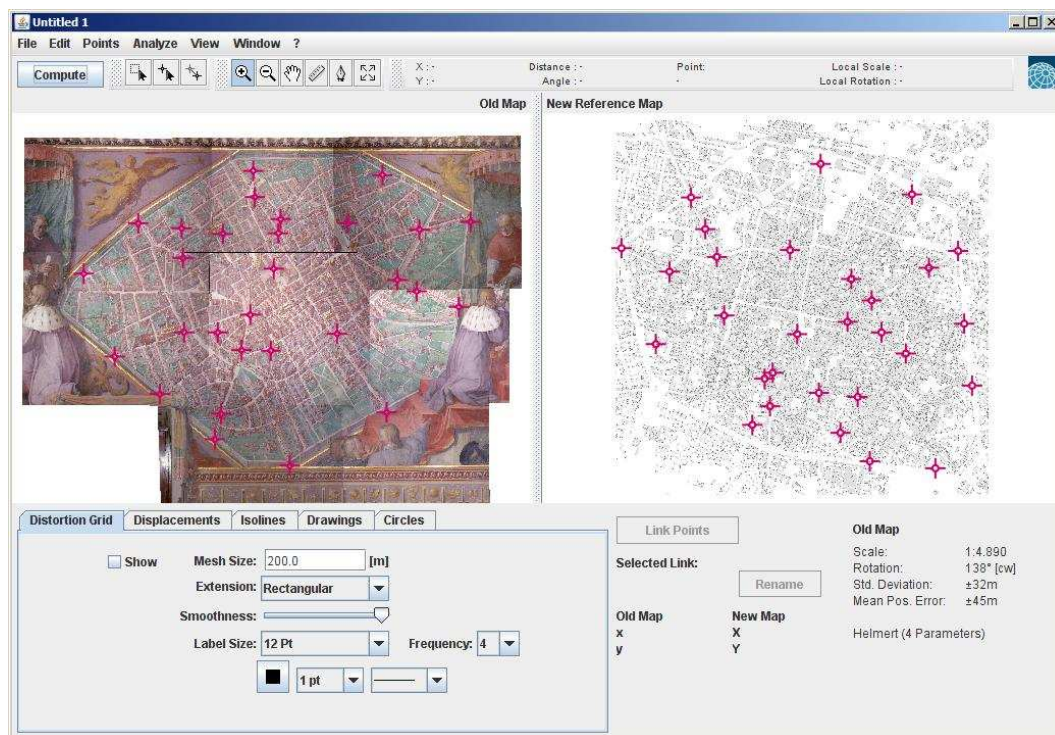


Figura 19 - I GCP nella old e nella new map

Nella parte in basso a destra il programma mostra la scala media e la rotazione media della mappa storica. Dal report dell'analisi risulta che la rappresentazione ha una rotazione di 138° rispetto al Nord. Per quanto riguarda la scala media della mappa, siccome il software la calcola in base alle caratteristiche dell'immagine (dpi e numero di pixel totali¹³) e all'operazione di georeferenziazione, è chiaro che in questo caso, poiché l'immagine vaticana non è stata scansionata, ma fotografata, il valore riportato come valore di scala non è attendibile.

L'altro interessante valore restituito è l'errore medio di posizionamento: 45 metri. Questo significa che i punti della Vaticana una volta georiferiti si possono trovare posizionati sulla cartografia in un intorno di 45 metri.

Nella parte in basso a sinistra è possibile personalizzare i parametri di analisi. Il primo parametro è quello che permette la visualizzazione sulle mappe di un reticolo metrico (Distorsion Grid) del passo voluto che permette di vedere la deformazione della carta.

All'interno del pannello Distorsion Grid è possibile inserire il passo della cella voluto. In questo caso è stato scelto un passo di 200 metri.

¹³ La risoluzione di un'immagine in termini di pixel è data dalla formula
$$\frac{scala \times 2,54}{dpi}$$

Per esempio se è stata scansionata un'immagine a scala 1:1000 a 250 dpi il valore di un pixel è di 0,10 metri.

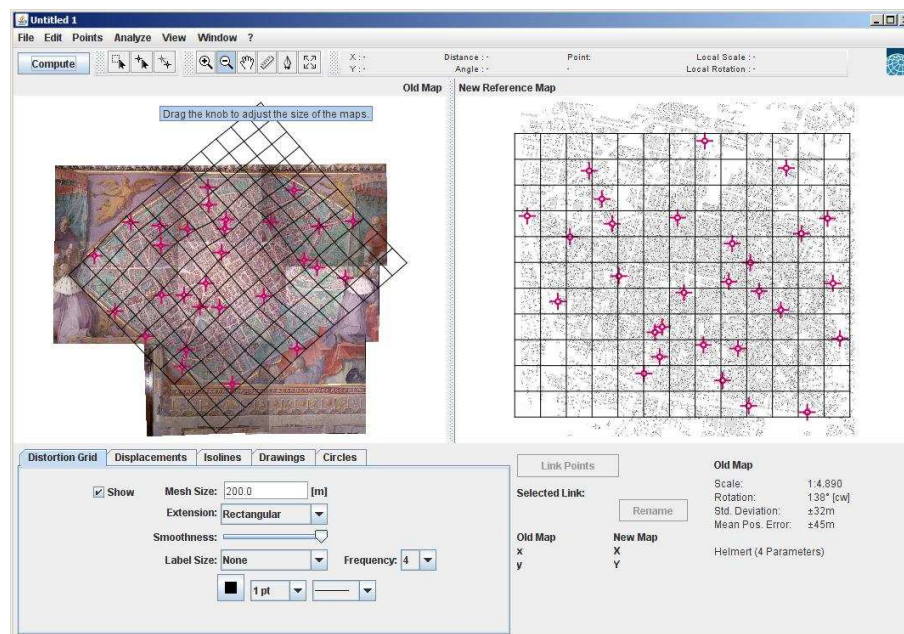


Figura 20 - La distorsione dell'affresco vaticano

L'immagine ottenuta ci fa capire che la rappresentazione della città non è particolarmente deformata. La parte a Sud della città (quella nei pressi di Porta San Mamolo) è quella che presenta un po' più delle deformazioni forse dovute al terreno che si presenta ad una quota più alta rispetto alla parte a Nord).

Un secondo parametro permette di visualizzare un vettore che inizia sul punto di controllo della mappa storica e termina nel punto in cui secondo la soluzione delle equazioni dovrebbe essere il punto. Se i vettori risultano molto lunghi significa che vi potrebbe essere qualche errore di georeferenziazione. Sempre in questo ambiente è possibile visualizzare l'errore di georeferenziazione anche con dei cerchi. La visualizzazione dei vettori solitamente è preferibile perché si capisce qual è la distorsione locale della mappa.

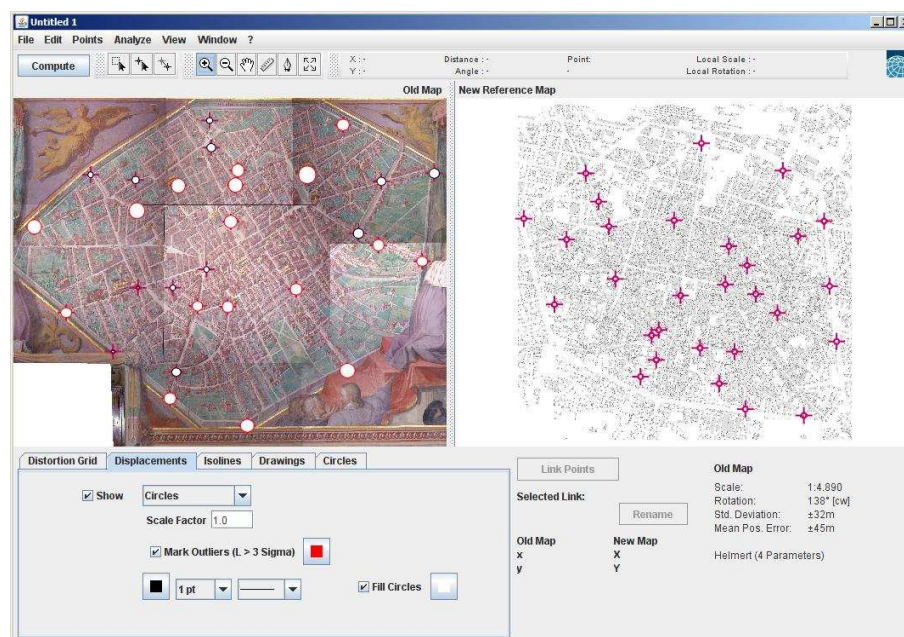


Figura 21 - Gli errori sui punti di georeferenziazione

Un terzo parametro consente di visualizzare sulla mappa delle isolinee, che congiungono tutti i punti che hanno uguale scala. Nel nostro caso, premesso comunque che il valore della scala non è affidabile, è innegabile che vi sia comunque una variazione di scala nell'immagine¹⁴.

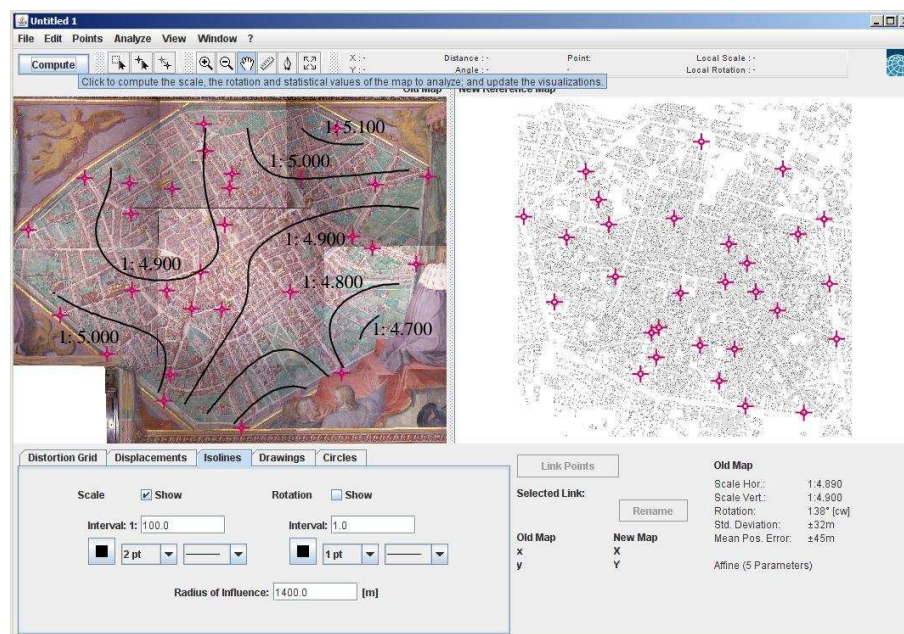


Figura 22 - Le isolinee di scala

È possibile visualizzare anche la variazione di rotazione attraverso delle isolinee come nell'esempio seguente.

¹⁴ È qui confermata la tesi di Manuela Ghizzoni la quale asserisce che “La pianta non è rappresentata a scala unica, ma con 5 scale diverse, o meglio, con cinque inclinazioni (punti di visuale) diversi, utilizzati per adattare la forma urbis alla forma rettangolare della parete; per mostrare porzioni di città che altrimenti sarebbero rimaste nascoste (si ricordi che le piante prospettiche erano realizzate proprio per mostrare l'intero sviluppo urbano, compreso ciò che non si sarebbe potuto vedere); per evidenziare i piani e gli elementi dominanti del paesaggio, attuando quindi un ritratto ideologicamente intenzionato, almeno per la parte sud-ovest della città.” <<http://www.storiaeinformatica.it/nume/italiano/nicon3.html>> [Accesso marzo 2009]

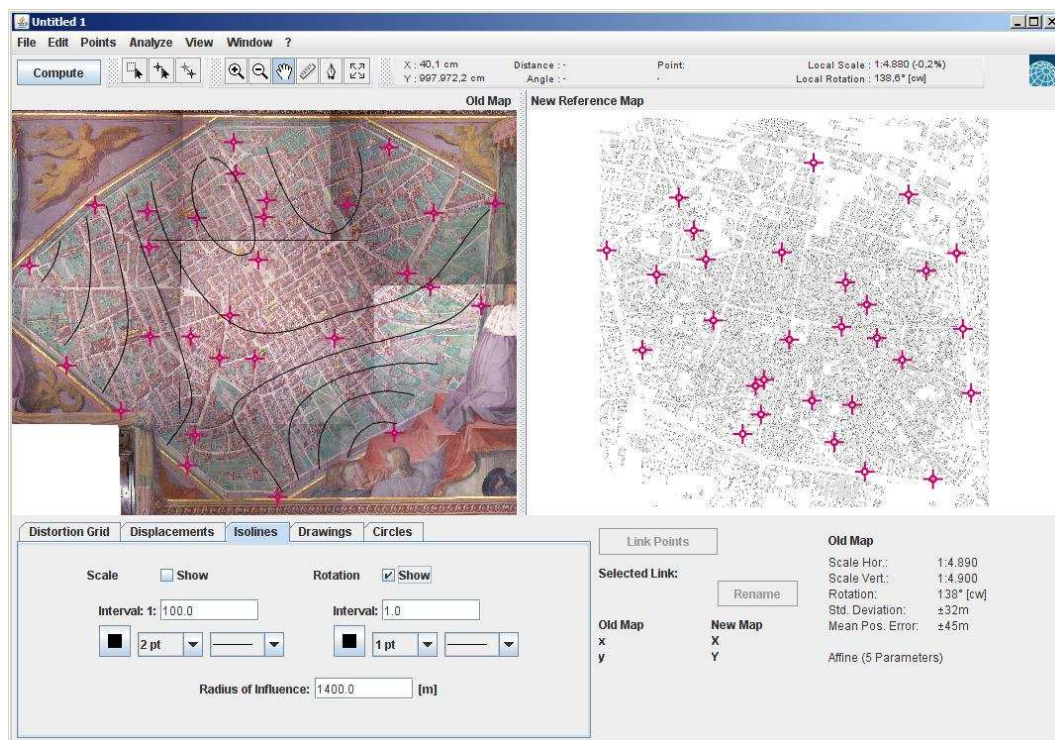


Figura 23 - Le isolinee di rotazione

Da sottolineare che MapAnalyst non è un software di georeferenziazione di immagini, ma è un analizzatore di mappe storiche. Può darsi che in futuro sarà possibile anche effettuare una georeferenziazione; ora la versione corrente non permette tale operazione.

2.4.2. GEOREFERENZIAZIONE DELLE CARTOGRAFIE STORICHE

Per la georeferenziazione delle immagini si è deciso di utilizzare il software di gestione delle immagini aeree e satellitari Er Mapper¹⁵ venduto in Italia dalla Planetek Italia s.r.l..

Attraverso diverse procedure guidate il software è in grado di elaborare, georeferenziare, ricampionare, classificare, filtrare le immagini raster, creare grid, ortorettificare, etc..

All'interno di Er Mapper il proprio progetto viene salvato come un file algoritmo (file con estensione .alg).

Gli algoritmi creati in ER Mapper possono visualizzare un'immagine o più immagini e possono tenere a memoria più operazioni eseguite su di esse.



Figura 24 - Pannello del software Er Mapper

A titolo di esempio si mostra il processo di creazione di un'immagine georeferenziata del Catasto Pontificio. Di esso è stato fatto un download dall'Archivio di Stato (<http://www.asrm.archivi.beniculturali.it/>). Uguale è il metodo per tutte le altre immagini georeferenziate e gestite nel GIS storico di Bologna.

2.4.2.1 PROCEDIMENTO DI GEOREFERENZIAZIONE

Per poter georeferenziare l'immagine è necessario lanciare un Wizard chiamato *Geocoding Wizards*, che permette di rettificare l'immagine attraverso dei passaggi guidati.

Nella prima fase del Wizard si sceglie il procedimento di rettifica da utilizzare: orientamento esterno, punti di controllo, triangolazione o funzioni polinomiali. Per rettificare la mappa storica si è deciso di utilizzare la funzione polinomiale.

Er Mapper non utilizza altri tipi di trasformazioni matematiche; eventualmente si potrebbe utilizzare l'opzione triangulation se si conoscono le coordinate nello spazio immagine attraverso dei rilievi GPS.

Si è quindi caricato il file raster che contiene una parte del Catasto Pontificio nel file .ers¹⁶.

¹⁵ <www.ermapper.com/> Il software Er Mapper 7.0 è stato utilizzato nella versione *evaluate* per la durata di 14 giorni. [Accesso: marzo 2009]

¹⁶ Il formato .ers e il formato .erv sono formati proprietari del software Er Mapper: il primo è formato raster mentre il secondo è vettoriale.

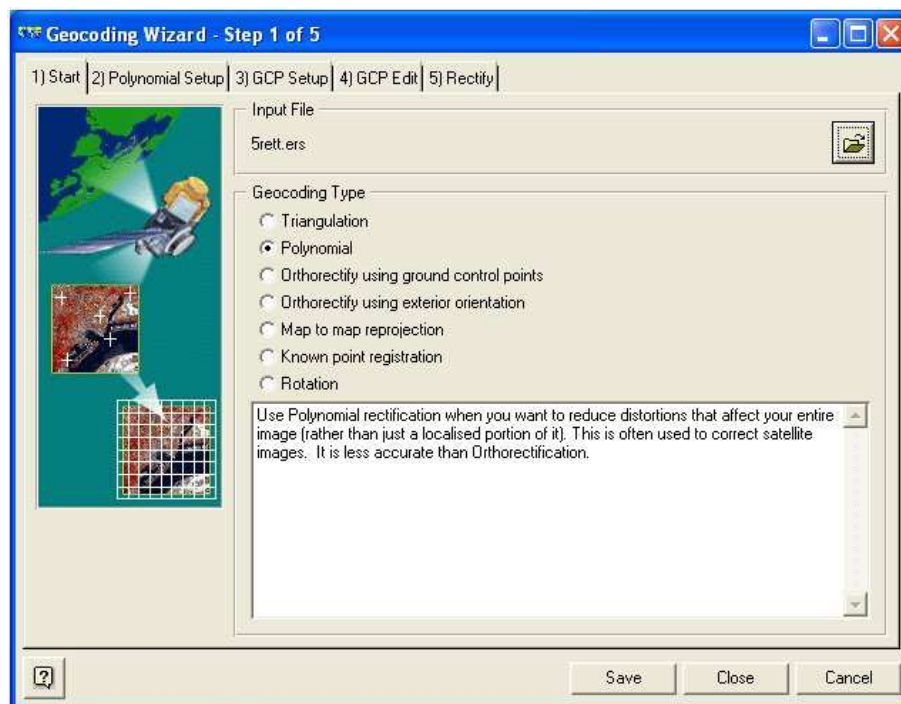


Figura 25 - Primo step della fase di georeferenziazione

Nella seconda fase è necessario scegliere quale tipo di equazione polinomiale utilizzare:

- Lineare
- Quadratica
- Cubica



Figura 26 - Secondo step della fase di georeferenziazione

Nella terza fase è necessario importare nel software il file vettoriale o il raster della base cartografica di riferimento. Come già più volte detto, la base cartografica di riferimento è la CTC che viene importata in formato .erv.



Figura 27- Terzo step della fase di georeferenziazione

La quarta fase corrisponde alla georeferenziazione vera e propria (*GCP Edit*).

Er Mapper apre più finestre in contemporanea in modo da visualizzare sia la immagine da georeferenziare sia la base di riferimento. Attraverso operazioni di Pan e Zoom è possibile scegliere nell'immagine i punti che devono essere collimati con i punti presenti nella CTC.

Per la georeferenziazione dell'immagine si possono utilizzare come punti di controllo i manufatti (case, strade, ponti) che risultano piuttosto invariati negli anni, oppure, come seconda scelta, i punti che appartengono ad elementi naturali (ad esempio, sponde dei fiumi, crepacci).

Questi punti devono essere chiaramente identificabili sull'immagine, essere il più netti e definiti possibile e avere una corrispondenza con i punti sulla carta, da cui vengono derivate le loro coordinate.

La scelta di punti di controllo si è tuttavia rivelata piuttosto difficoltosa proprio perché molto spesso non è così semplice ritrovare sulla città storica degli elementi che tuttora persistono¹⁷. Inoltre il fatto che il Catasto Gregoriano sia stato prodotto in un sistema di riferimento diverso da quello attuale comporta inevitabilmente un aumento degli errori.

¹⁷ G. Bitelli, G. Gatta, *Esperienze di Georeferenziazione ed elaborazione digitale di una carta di Bologna del '700*, Atti del 11^o Convegno Nazionale Asita, (Torino 6-9 Novembre 2007).

La metodologia adottata nella scelta dei punti è stata quella di collimare per primi i quattro punti che stanno agli angoli dell'immagine e poi collimare gli altri punti all'interno. Sono stati scelti i punti esterni all'immagine perché se i punti fossero stati concentrati solo all'interno si sarebbero avute forti deformazioni nelle parti periferiche.

Dopo aver inserito i primi quattro punti, poiché l'equazione di collinearità risulta ridondante, è possibile avere l'informazione sullo scarto quadratico medio di ogni singolo punto inserito.

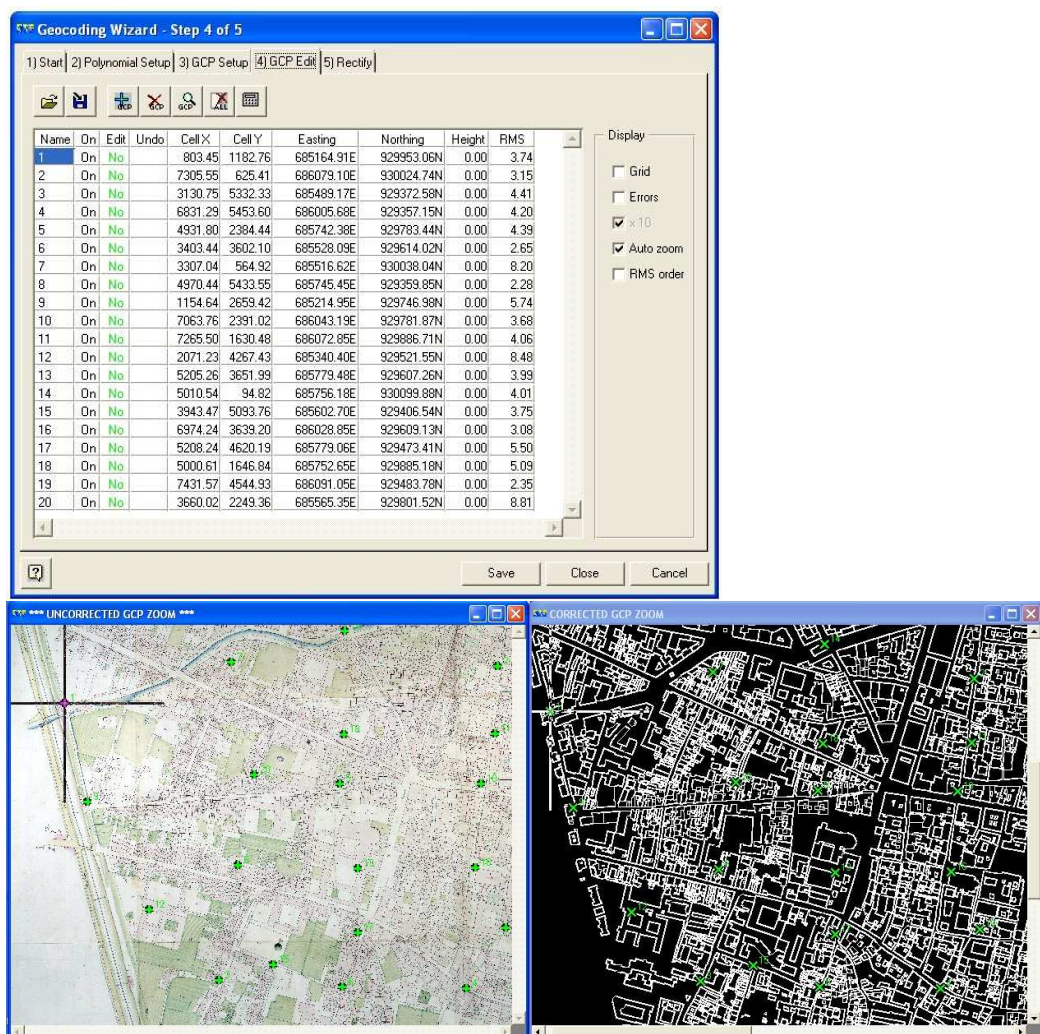


Figura 28 - La quarta fase: la georeferenziazione vera e propria

Nella quinta fase viene compiuta la fase di ortorettifica vera e propria, ma prima devono essere scelti il metodo di ricampionamento e la dimensione della cella (risoluzione spaziale) che si vuole ottenere. Il software imposta già di default un valore della cella. Nel nostro caso si è scelto un metodo di ricampionamento Nearest Neighbor e per la risoluzione spaziale si è lasciata quella di default. Per verificare che la georeferenziazione sia andata a buon fine si è sovrapposto il file raster alla cartografia digitale e, come si può vedere nella figura 30, risulta ben inquadrata nella cartografia CTC.

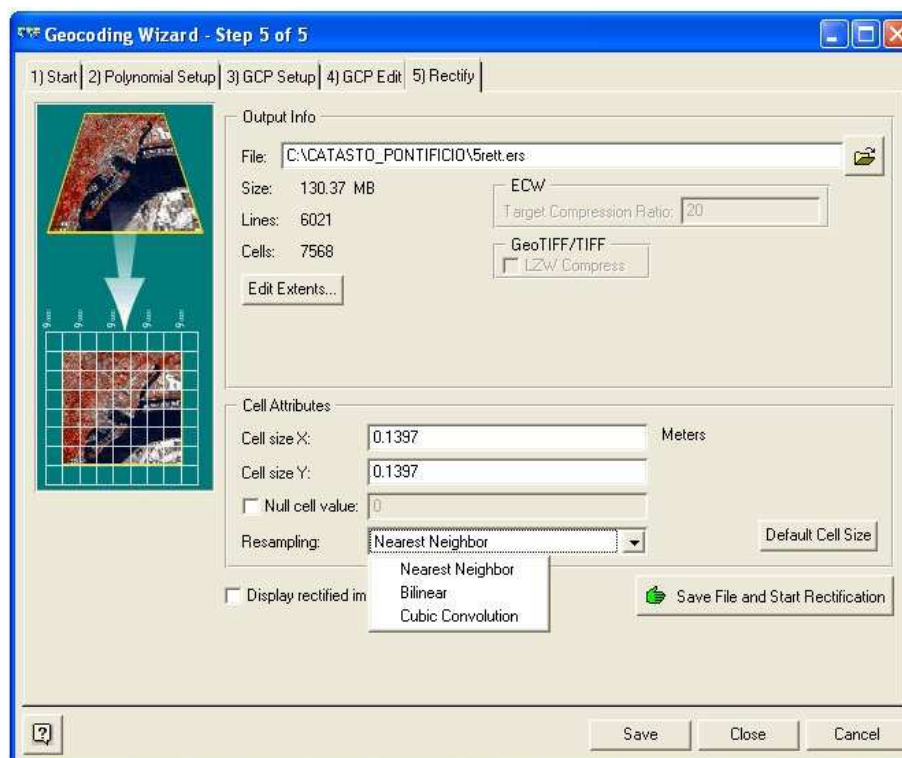


Figura 29 - Fase finale: il ricampionamento

Per determinare quanti punti fossero necessari per ottenere una buona georeferenziazione sono stati analizzati gli scarti quadratici medi di ogni punto.

2.4.2.2 GEOREFERENZIAZIONE IN DETTAGLIO E STUDIO DEGLI SCARTI QUADRATICI MEDI

La finestra di editing si presenta come una tabella in cui compaiono diverse colonne e un numero di righe pari al numero di GCP. Nella prima colonna della finestra compare il numero assegnato al punto secondo l'ordine di editing, nella seconda è possibile assegnare il valore On o Off al punto a seconda che si voglia considerarlo nel ricampionamento e nel calcolo dell'RMS. Le colonne successive contengono le coordinate del punto nel sistema di riferimento dell'immagine e le corrispondenti coordinate Est e Nord della base di riferimento. L'ultima colonna rappresenta l'errore relativo a ciascun punto di controllo, espresso in scarto quadratico medio (σ).

Completata la fase di scelta dei punti di controllo si possono salvare i parametri dell'operazione. Il software fornisce un report in formato .gcp. Tale file contiene la deviazione standard punto per punto, la deviazione standard media e il calcolo dei parametri di orientamento esterno.

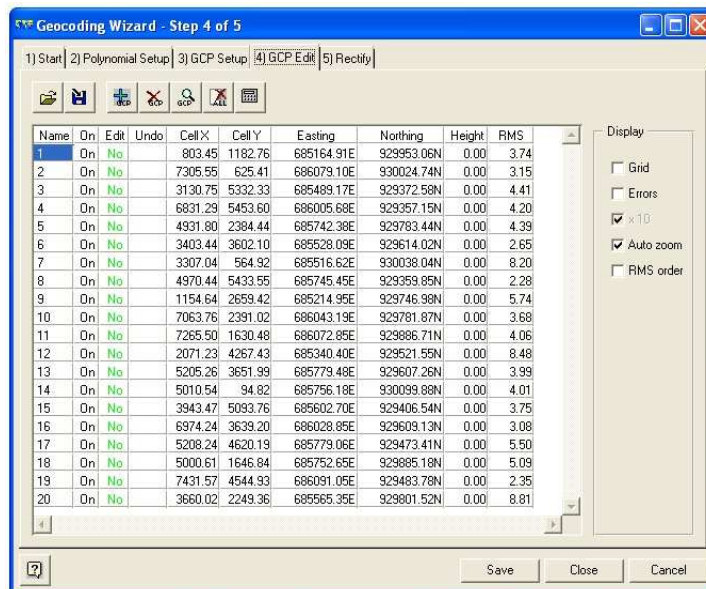


Figura 30 -

Sono state fatte una serie di prove per decidere quanti punti omologhi fossero necessari per compiere un buon orientamento e si è provato a georeferenziare l'immagine usando 10, 12, 16 e 20 punti. In tabella viene riportato il risultato ottenuto:

CORRISPONDENZE	σ (METRI)
10	3,195
12	3,297
16	5,920
20	4,816

Tabella 1 - Legame tra le corrispondenze e gli scarti quadratici medi

Da questi risultati sembrerebbe che con meno punti si abbia una miglior georeferenziazione, però in verità un'aggiunta di più punti è sempre un'operazione preferibile perché così facendo l'immagine si adatta meglio in tutte le sue parti. Questo lo si può notare mettendo a confronto due immagini risultanti dalla georeferenziazione di 10 e di 20 punti con sovrapposta la CTC.

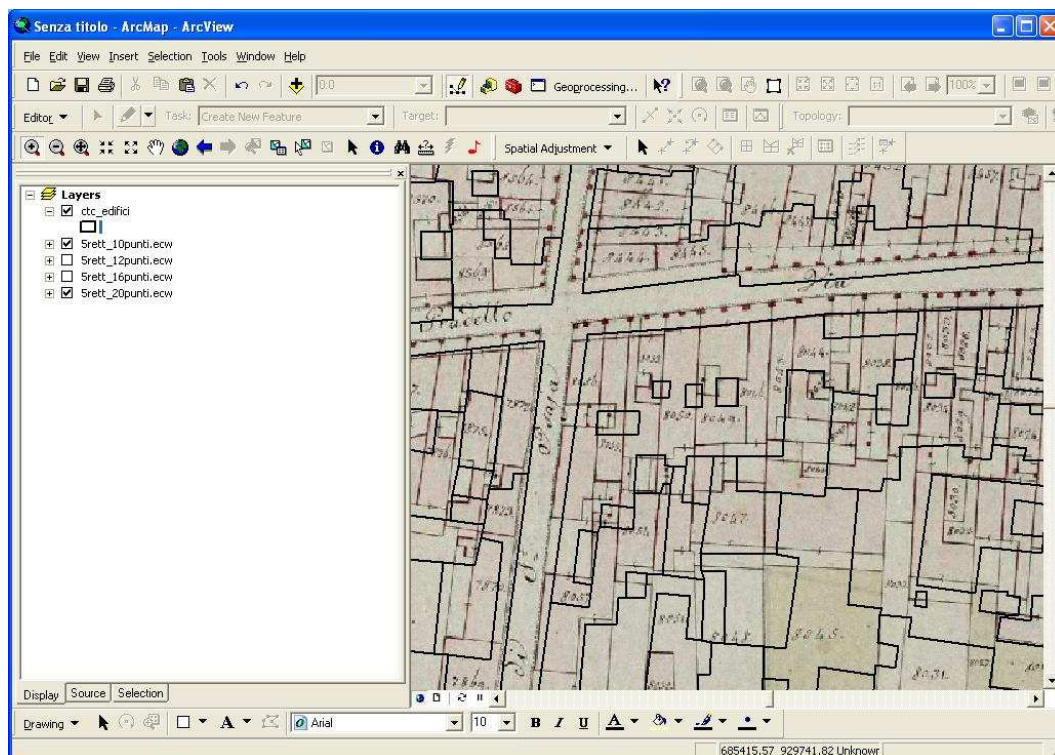


Figura 31 – Cartografia e immagine georeferenziata con 10 punti di controllo

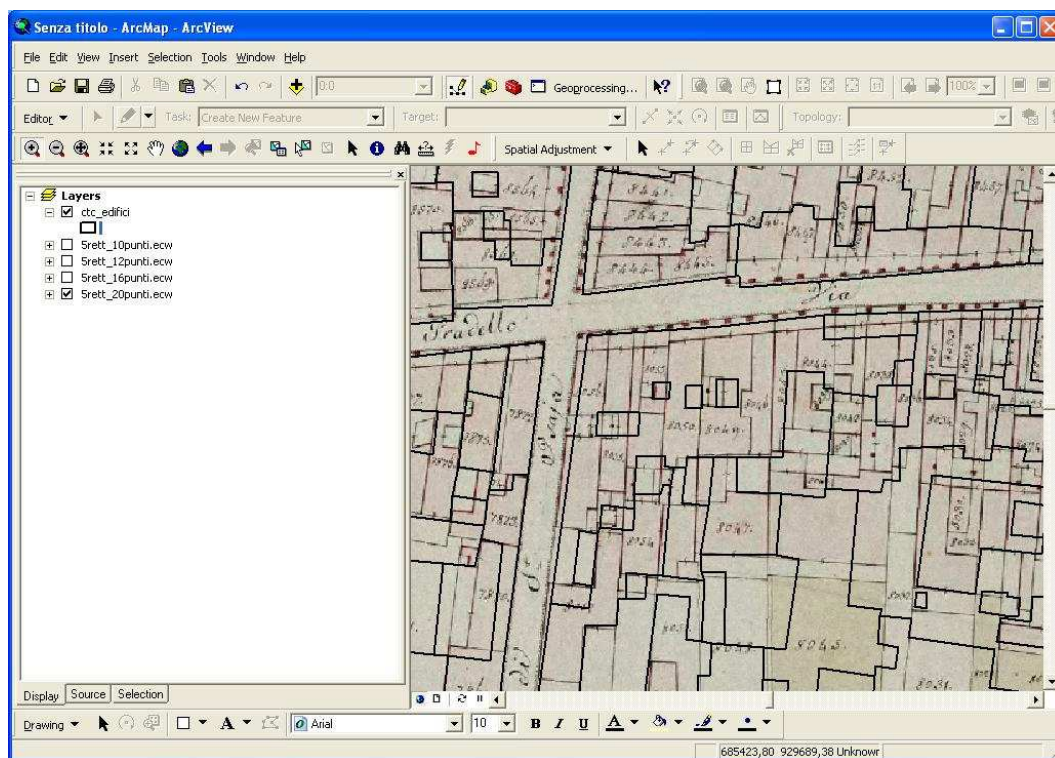


Figura 32 - Cartografia e immagine georeferenziata con 20 punti di controllo

2. 5 VETTORIALIZZAZIONE DEL CATASTO PONTIFICIO

Le immagini del Catasto Pontificio sono state georeferenziate e ricampionate. Il passo successivo prevedeva una vettorializzazione dell'immagine. Il fine del lavoro era quello di poter avere un dato vettoriale a cui collegare uno o più database attraverso delle chiavi territoriali¹⁸.

Si è quindi scelto di utilizzare l'entità poligono per rappresentare le particelle catastali.

2.5.1 VETTORIALIZZAZIONE AUTOMATICA

Per prima cosa si è cercato di appurare se una vettorializzazione automatica potesse ridurre i lunghi tempi di digitalizzazione. Per far questo si è utilizzato il software freeware WinTopo¹⁹ prodotto da una società inglese (SoftSoft.net), programma in grado di convertire immagini raster in file vettoriali, che possono essere letti da programmi GIS²⁰.

Il programma dà la possibilità di importare il file raster con il relativo file di georeferenziazione in modo tale che il file vettoriale possa essere già inserito in un sistema di riferimento.

Una volta importato il file raster del Catasto Pontificio, si è proceduto elaborando l'immagine al fine di eliminare alcuni “rumori” di fondo, convertendola in scala di grigi per poter ridurre il numero di colori e semplificare l'operazione.

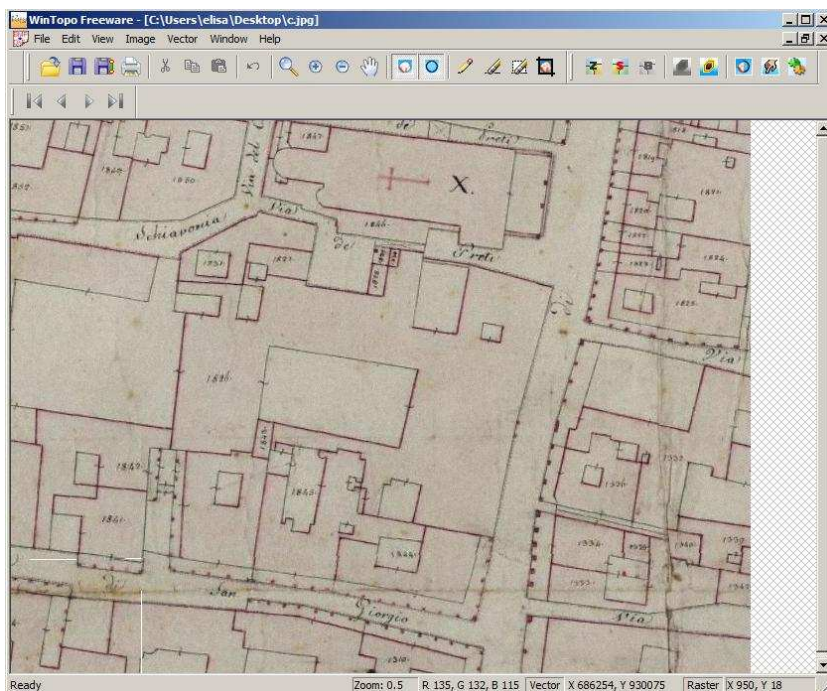


Figura 33 - WinTopo: importazione del Catasto Pontificio

¹⁸ Nel nostro caso il collegamento tra la particella catastale e il database ottenuto dai brogliardi, avviene attraverso il numero della particella riportata sulla mappa.

¹⁹ <www.wintopo.com/> [Accesso: marzo 2009]

²⁰ La procedura di vettorializzazione automatica descritta di seguito è simile in tutti i programmi: cambiano i nomi dei comandi, ma le funzioni sono pressoché uguali.

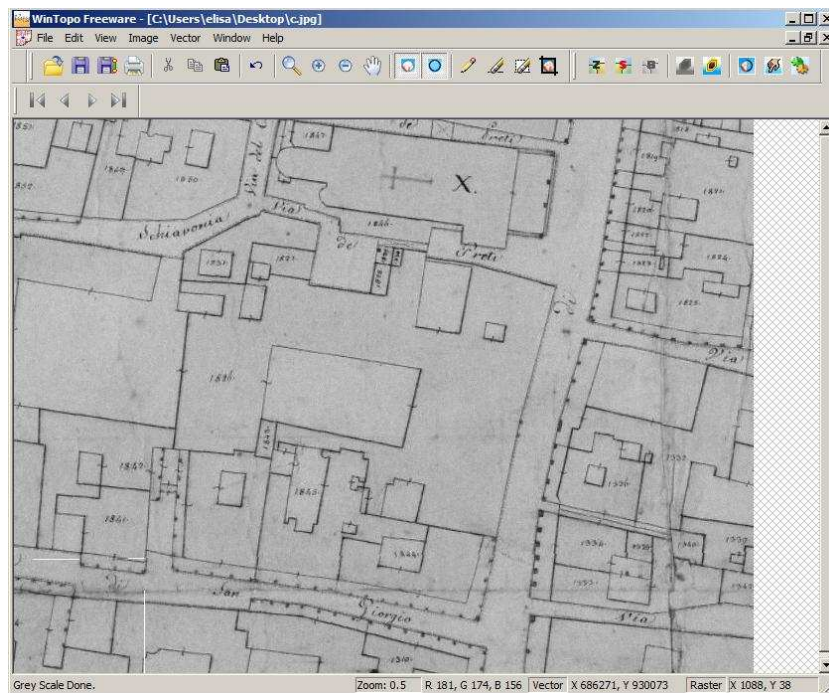


Figura 34 - WinTopo: conversione dell'immagine in scala di grigi

Effettuata questa operazione si è stabilito un valore minimo e un valore massimo (Image Thresholding) in grado di considerare tutti e solo i punti compresi all'interno di questa soglia.

Per esempio, per poter selezionare solo i punti che si vogliono vettorializzare si è scelto di utilizzare tutti i punti tra lo 0 e il valore 156.

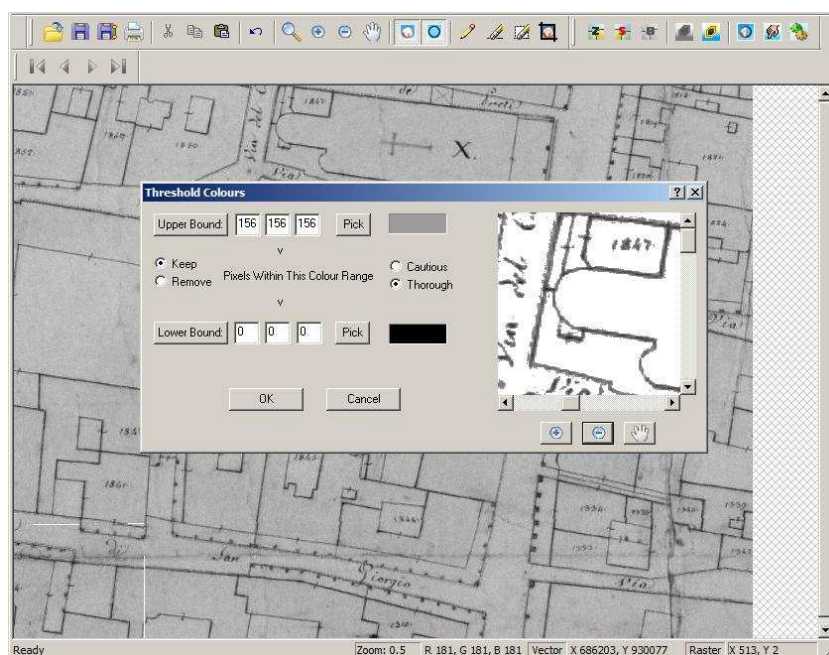


Figura 35 - WinTopo: Image Thresholding

La nuova immagine discrimina il perimetro esterno degli edifici, ma ancora non si ha un vettore, solo una selezione di pixel.

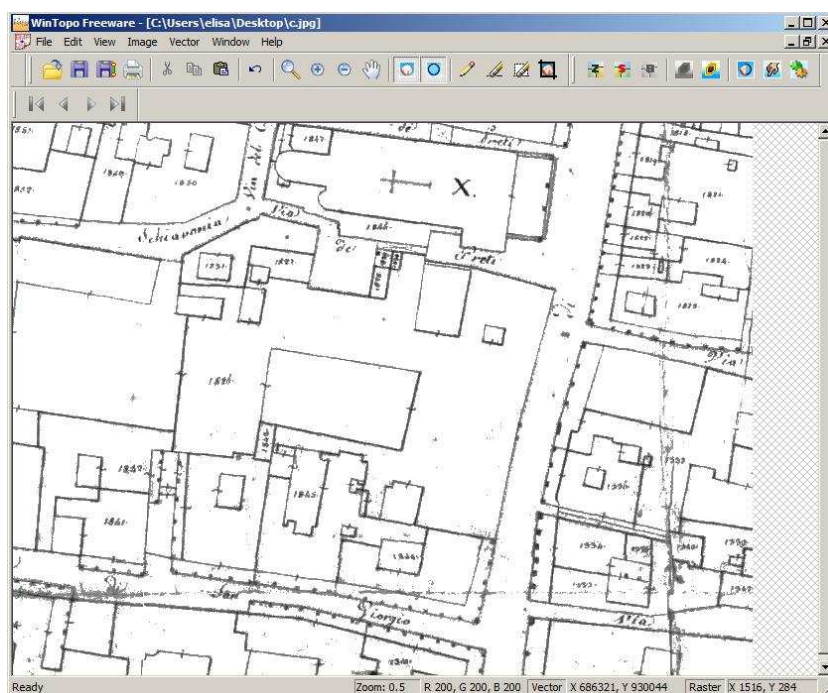


Figura 36 - WinTopo: discriminazione del perimetro degli edifici

L'operazione di vettorializzazione si effettua utilizzando il comando One Touch-Vectorization, tool che permette di effettuare la vettorializzazione automatica, previa personalizzazione dei parametri dei processi.

Il primo parametro da personalizzare è chiamato Raster Thinning e consiste nell'applicare un processo per diradare i pixel che formano regioni di pixel. Vi sono due metodi che consentono di diradare i pixel²¹.

Il metodo Zhang/Suen tende a produrre linee curve che seguono molto bene l'andamento della regione e rispecchiano fedelmente l'immagine originale, mentre il metodo di Stanford tende ad essere migliore nell'estrarre linee rette da un raster. Nell'estrazione del file vettoriale si può scegliere di applicare una riduzione della polilinea, operazione che riduce la quantità di vettori. L'algoritmo cerca di rettificare il vettore e crea un nuovo vettore che perde un po' di precisione ma si mostra più lineare.

²¹ All'interno del software WinTopo Pro (a pagamento) vi sono ulteriori funzionalità.

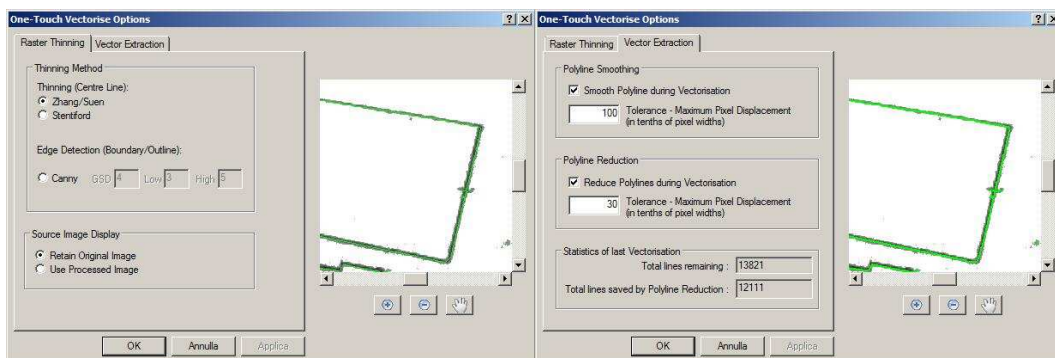


Figura 37 - WinTopo: la vettorializzazione automatica

Per visualizzare il risultato finale si è importato all'interno di un GIS (in questo caso si è utilizzato gvSIG) il file vettoriale prodotto dal software e lo si è sovrapposto al file raster.

Il risultato finale come si può vedere non è molto ben riuscito. Premesso che la versione a pagamento produce, seppur non di molto, un risultato migliore, il problema di non aver ottenuto una buona vettorializzazione è dato dalla somma di più fattori.

La mappa in alcuni casi si mostra molto deteriorata e questo comporta la creazione di piccoli vettori che sono solo l'espressione di rumore dell'immagine.

Così come la presenza di numeri e toponimi sulla mappa produce ulteriore rumore. Inoltre, la concentrazione di colore in certi punti (come per esempio la linea dei portici) non permette la creazione di un vettore lineare, ma comporta una maggior irregolarità della linea.

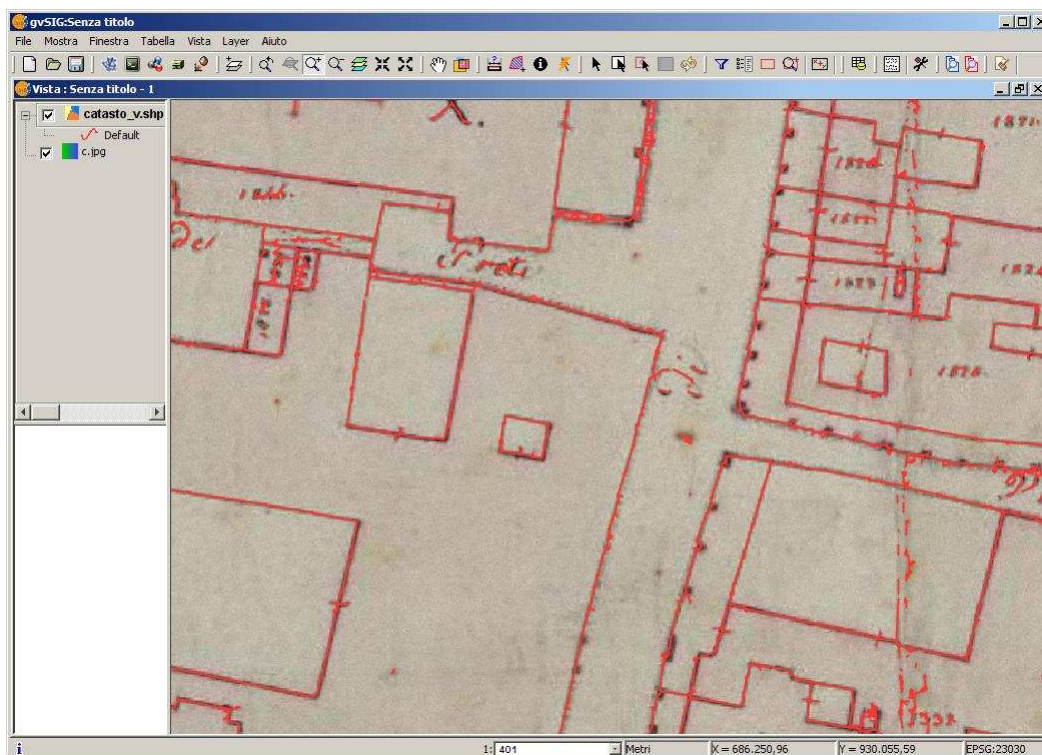


Figura 38 - gvSIG: sovrapposizione del layer creato in automatico con il raster del Catasto Pontificio

Se poi si sovrappone il file vettoriale prodotto al vettoriale che contiene gli edifici attuali (ctc_edifici) si può notare che si ha una piccola traslazione degli elementi, risultato conseguente alla georeferenziazione. Per cui, date queste premesse, non è possibile utilizzare la vettorializzazione automatica per il Catasto Pontificio. Nel caso si avesse avuto una carta in bianco e nero l'operazione sarebbe stata più semplice e avrebbe sicuramente portato a migliori risultati.

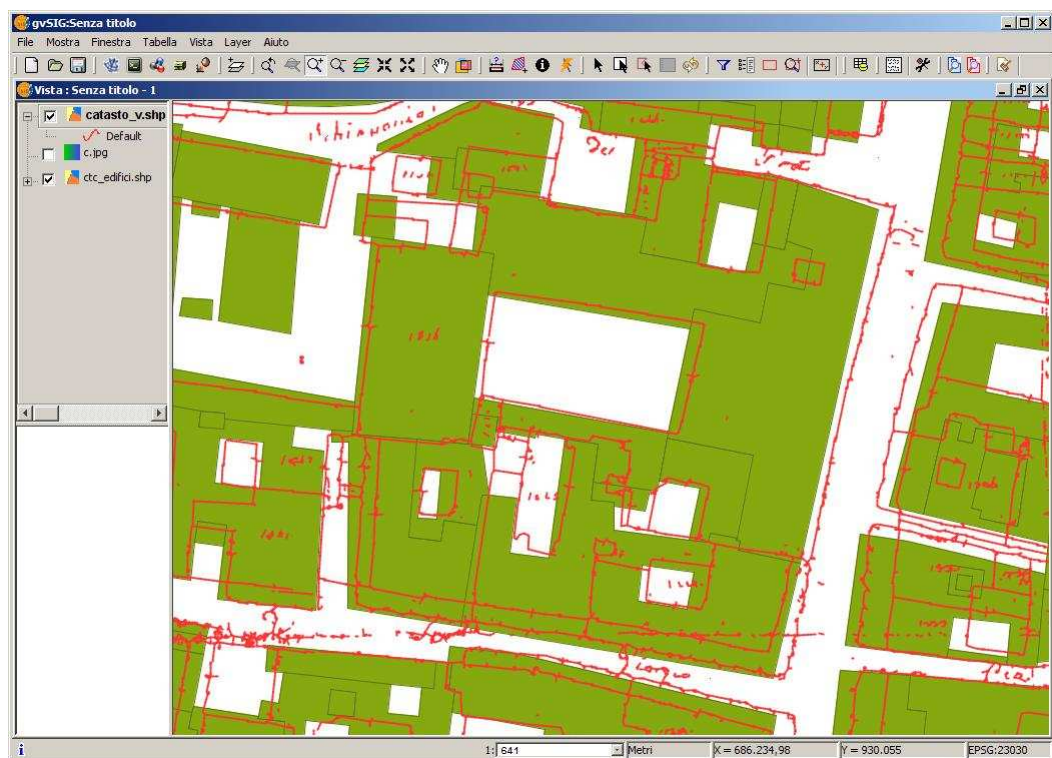


Figura 39 - Lo shapefile risultato dalla vettorializzazione automatica e lo shapefile ctc_edifici.shp

2.5.2 VETTORIALIZZAZIONE MANUALE

Dopo aver riscontrato che un'operazione di questo tipo risultava piuttosto infruttuosa si è deciso di effettuare una vettorializzazione di tipo manuale all'interno della suite ArcGIS 9.1²², prodotto della società Esri.

La scelta di utilizzare tale software si deve al fatto che ArcGIS ha in sé potenti strumenti di gestione degli oggetti, cartografici e non, e una grande capacità di definire delle regole sugli oggetti e sugli attributi che ancora i software Open Source non hanno²³.

Con le nuove versioni, il programma ha introdotto il concetto di geodatabase, un modello dati che centralizza i dati GIS in modo da ottenere una migliore gestione degli oggetti e miglior cura dell'immissione degli stessi.

Tra i vari tipi di geodatabase²⁴ si è utilizzato il personal geodatabase, un raccoglitore, memorizzato come un file Microsoft Access, che può contenere oltre ai dati spaziali (raster e vettoriali) e le tabelle, anche le relazioni e le regole che coinvolgono i diversi dati.

Un personal geodatabase memorizza ogni feature come un record in una tabella. La forma vettoriale della feature è memorizzata nel campo shape della tabella ed i suoi attributi negli altri campi.

All'interno di un geodatabase si distinguono le feature class e i feature dataset.

Tutte le feature in una feature class devono avere lo stesso tipo di geometria (puntuale, lineare, o poligonale) e lo stesso sistema di riferimento geografico.

I feature dataset sono collezioni di feature class aventi la stessa proiezione e lo stesso sistema di coordinate. I feature dataset sono necessari se si vogliono definire delle regole topologiche, un ulteriore vantaggio del geodatabase.

Infatti, definendo delle regole topologiche si possono effettuare dei controlli sulla geometria delle feature in modo da evitare errori spaziali.

Per esempio, impostando una regola topologica del tipo: "i poligoni non devono sovrapporsi" si possono eliminare errori che si commettono in fase di editing.

La topologia è utilizzata per gestire i perimetri comuni tra elementi geografici adiacenti, definire e rafforzare le regole di integrità del dato e supportare le interrogazioni e le navigazioni spaziali (ad esempio per determinare l'adiacenza o la connessione tra due elementi).

Oltre alle regole topologiche, vi sono delle regole che possono essere applicate sugli attributi in modo tale che siano inseriti nei campi solo dei valori accettabili e che siano possibili solo delle combinazioni di più attributi.

Date queste premesse sul geodatabase, si capisce perché si sia deciso di crearne uno dal nome catasto che potesse contenere le feature del Catasto Pontificio.

Ogni particella catastale è una feature e viene rappresentata da un poligono. Nel caso una particella fosse costituita da più parti si è creato un unico poligono

²² ArcGIS comprende 2 strumenti di gestione: ArcCatalog che è lo strumento di gestione dei dati ed l'ambiente dove si creano le Feature e ArcMap che è lo strumento di visualizzazione e analisi. ArcGIS Desktop comprende tre prodotti diversi e scalabili: ArcInfo, ArcEditor e ArcView. Sito ArcGIS <www.esri.com> [Accesso: marzo 2009]

²³ gvSig ha previsto nella prossima versione l'introduzione della topologia non solo per oggetti lineari, ma anche per punti e poligoni.

²⁴ Oltre al personal geodatabase vi sono altri due tipi di geodatabase: il file geodatabase, archiviato sotto forma di cartella su disco e l'ArcSDE geodatabase, archiviato in un database relazionale come Oracle, Microsoft SQL, etc..

multiparte, ossia ad un solo record in tabella sono associati due o più poligoni anche non adiacenti.

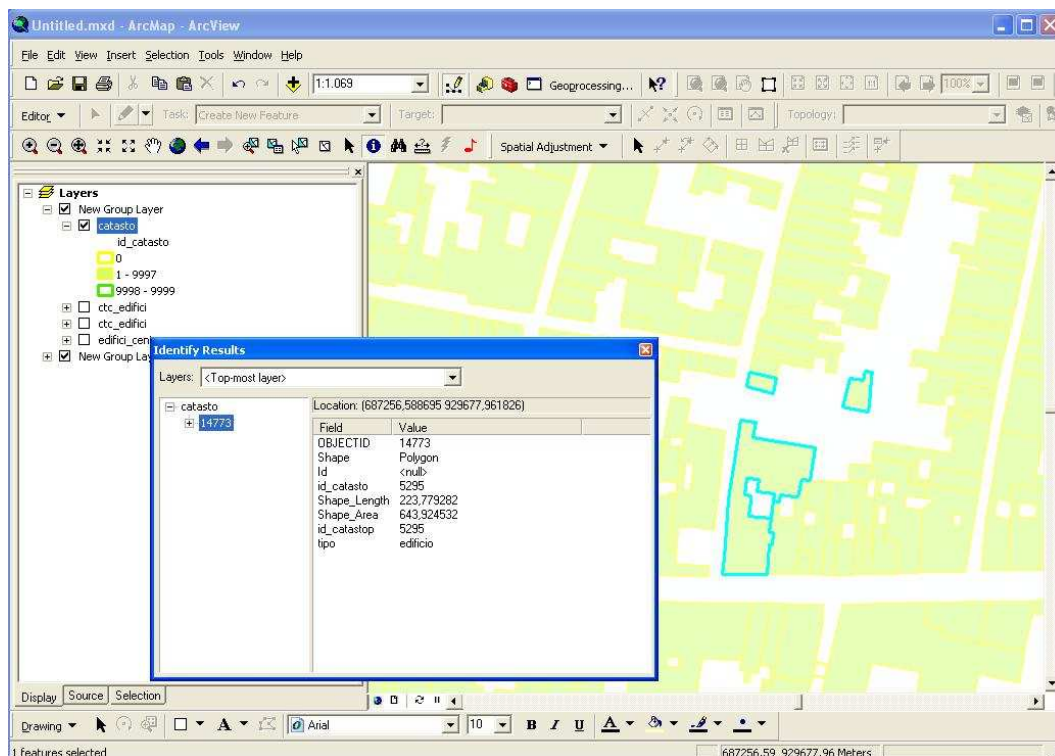


Figura 40 - Esempio di poligono multiparte

Inoltre, nel disegnare i poligoni, poiché la loro geometria sull'immagine raster non coincideva esattamente con quella rappresentata nello shapefile *ctc_edifici.shp* della CTC, si è deciso di seguire, dove si ritrovava una corrispondenza delle geometrie, le linee contenute nella CTC, considerando il fatto che la CTC ha una precisione metrica superiore al Catasto Pontificio.

Diversi sono gli attributi associati al poligono. Per ogni poligono si è associato un valore numerico e un valore testuale che potesse indicare il numero della particella assegnato sulla mappa cartacea così da collegarlo ai registri dei brogliardi.

Inoltre, è stato inserito il campo *tipo*, un campo testo, che indica la tipologia della particella sia essa un edificio, una chiesa o una volta.

A questo database creato in ArcMap è stato collegato un database creato dalla dottoressa Claudia Di Sturco²⁵.

Tale database risulta essere un'elaborazione dei contenuti del brogliardo e contiene diversi campi che indicano il numero della particella catastale, numero di subalterno, la natura del fondo (bottega, casa con bottega, etc.), il proprietario, il numero dei piani, il numero dei vani, la superficie, la pigione attuale o reperibile.

²⁵ L'elaborazione del database è stata fatta all'interno del dottorato di ricerca in Storia e Informatica. Il titolo della tesi è "*Fonti catastali bolognesi: analisi della proprietà nella strada S. Stefano tra XVIII e XIX secolo*". Consultabile all'indirizzo <http://amsdottorato.cib.unibo.it/242/> [Accesso marzo 2009]

isola	n_m_princ	n_m_sub	id	ubicazi	n_civ	n_fondo	propriet	n_piani	n_vani	sup_tav	sup_cent	p_a_scul	p_a_baid
6, San Petronio	2402		3630	Vicolo Colombina	1200	casa con bottega	Formasini Giacomo del fu Gi						
6, San Petronio	9697	2		Vicolo Colombina	1200	casa al secondo, terzo e quart	Formasini Giacomo del fu Gi	4	13			136	
6, San Petronio	2393			Vicolo Colombina	1201 1202	casa con bottega	Bernagozzi Spiridione del fu			18			
6, San Petronio	2395	2		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al secondo e porzione dei	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2395	5		Vicolo Colombina	1201 1202	cantina al secondo sottoposto	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2396	2		Vicolo Colombina	1201 1202	cantina al secondo sottoposto	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2397	1		Vicolo Colombina	1201 1202	bottega	Bernagozzi Spiridione del fu			07			
6, San Petronio	2398	3		Vicolo Colombina	1201 1202	cantina sottoposta	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2403	2		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al terzo con soffitta	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2399	2		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al secondo	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	2399	4		Vicolo Colombina	1201 1202	cantina al secondo sottoposto	Bernagozzi Spiridione del fu						
6, San Petronio	9696	1		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al primo e secondo con c	Bernagozzi Spiridione del fu			06			
6, San Petronio	9697	1		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al primo con cantina	Bernagozzi Spiridione del fu	5	36	02		242	
6, San Petronio	9698	1		Vicolo Colombina	1201 1202	casa al primo con cantina	Bernagozzi Spiridione del fu			01			
6, San Petronio	2392			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			25			
6, San Petronio	2404			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			37			
6, San Petronio	2405			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			02			
6, San Petronio	2406			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			04			
6, San Petronio	2407			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			17			
6, San Petronio	2408			Vicolo Colombina	1203 1204	locali ad uso della fabbrica	Reverenda Fabbrica di S. Pe			38			
6, San Petronio	2409	1		Piazza Maggiore	53	casa al primo e porzione del se	Reverenda Fabbrica di S. Pe			20			
6, San Petronio	2409	2		Piazza della Pace (Piazzi	1104 1103	fabbrica la secondo e terzo	Reverenda Fabbrica di S. Pe	4	73			481	
6, San Petronio	2410			Piazza della Pace	1104 1103	fabbrica e servizio di Chiesa	Reverenda Fabbrica di S. Pe			26			
6, San Petronio	2415			Corte Galluzzi	1105 1106 1107	fabbrica e servizio di Chiesa	Reverenda Fabbrica di S. Pe			02			
6, San Petronio	2416	1		Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa al primo e porzione del se	Reverenda Fabbrica di S. Pe			54			
6, San Petronio	2416	2		Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa al secondo e terzo	Reverenda Fabbrica di S. Pe						
6, San Petronio	2422			Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa	Reverenda Fabbrica di S. Pe			30			
6, San Petronio	9708	2		Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa al secondo e terzo sovrapp	Reverenda Fabbrica di S. Pe						
6, San Petronio	9709	2		Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa al secondo e terzo sovrapp	Reverenda Fabbrica di S. Pe						
6, San Petronio	9710	2		Corte Galluzzi	1105 1106 1107	casa al secondo	Reverenda Fabbrica di S. Pe						
6, San Petronio	D 2			Corte Galluzzi	1105 1106 1107	Perinsigne Basilica Collegiata	Reverenda Fabbrica di S. Pe		7	95			
6, San Petronio	2403	1		Corte Galluzzi	1108	casa	Cenestrelli Petronio del fu Ai			19			
6, San Petronio	2394	2		Corte Galluzzi	1109	casa al secondo e sovrappost	Cenestrelli Petronio del fu Ai	3	12			70	
6, San Petronio				Corte Galluzzi	1109								
6, San Petronio	2394	1		Corte Galluzzi	1110	bottega al primo	Bortolotti Giovanni del fu Do			01			

Figura 41 - Stralcio del database dei brogliardi

Tramite un campo o chiave comune contenente il numero della particella catastale è stato possibile collegare il database alle feature grafiche.

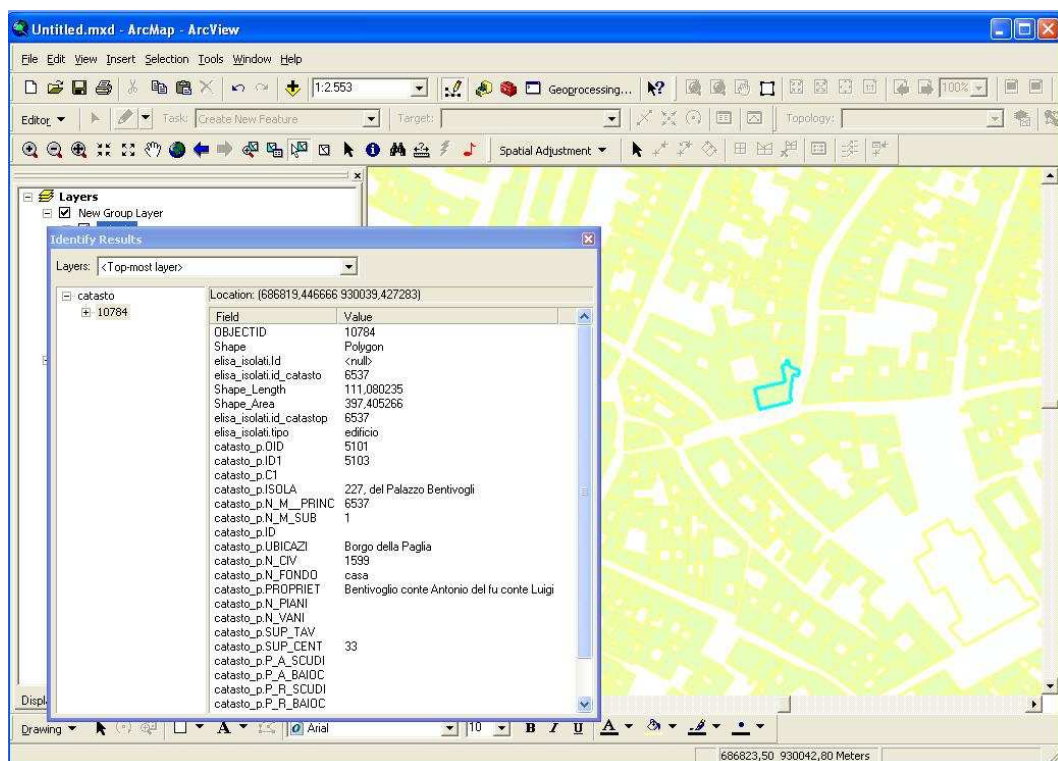


Figura 42 – Effettuando un’interrogazione sulla mappa è possibile per ogni particella conoscere chi abitava l’edificio, quanto esso valeva, etc.

Inoltre, grazie alle regole topologiche è stato possibile correggere tutti gli errori di non adiacenza delle feature introdotti in fase di editing²⁶.

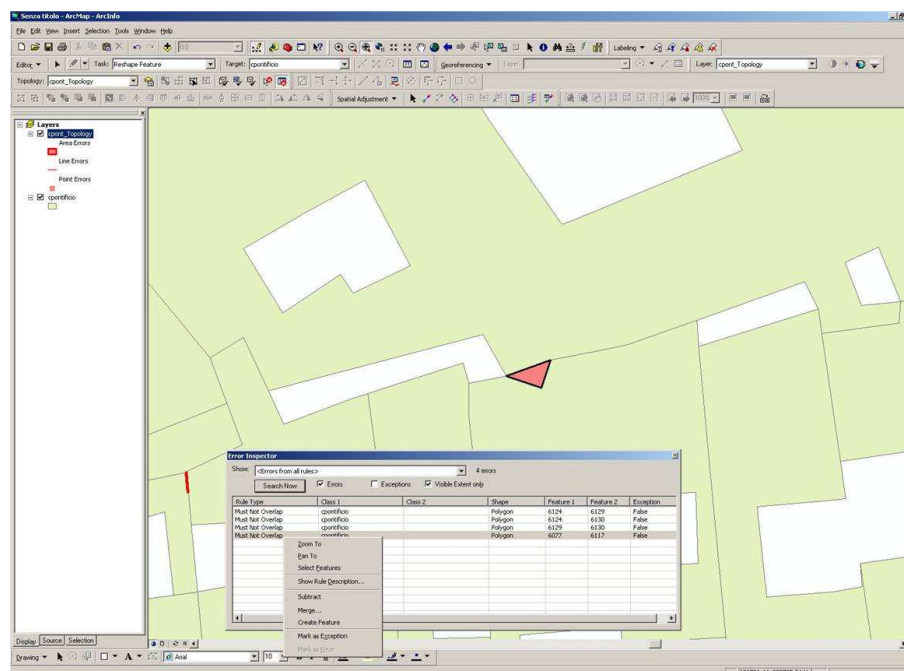


Figura 43 – Errori di topologia

Il risultato finale della vettorializzazione del catasto ha permesso di effettuare diverse analisi.

Per esempio si è potuto fare delle considerazioni sui possedimenti dei vari proprietari e su dove essi erano ubicati. Nell'esempio sottostante si può vedere dove erano ubicati i beni della Famiglia Fantuzzi.

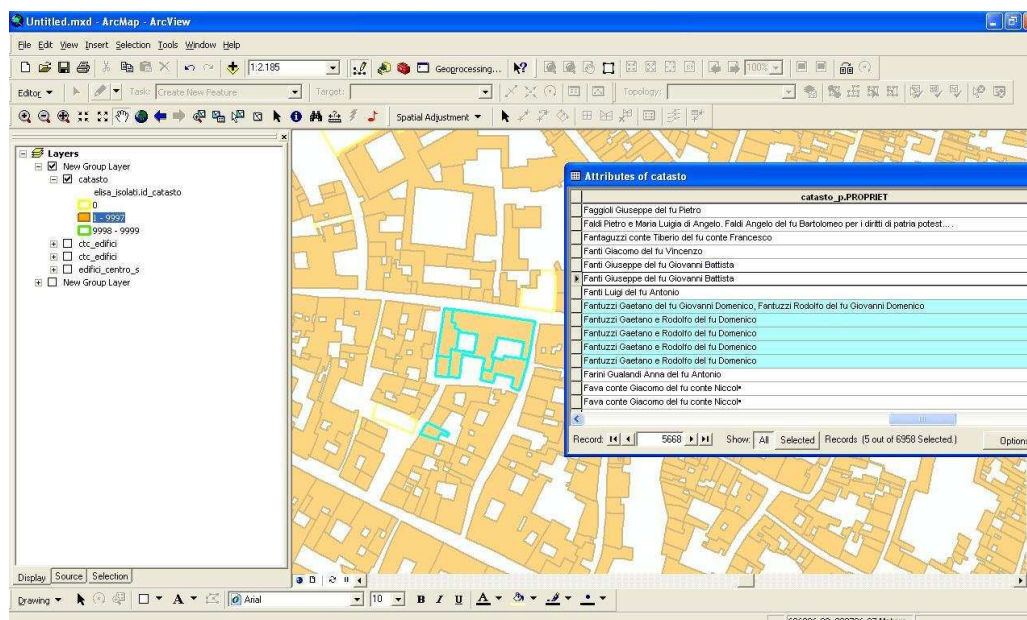


Figura 44 - Schermata che evidenzia le proprietà della Famiglia Fantuzzi

²⁶ Le regole topologiche sono disponibili solo con la licenza ArcInfo. Per l'utilizzo della licenza del software si ringrazia il SIT del Comune di Bologna.

È stato possibile anche effettuare delle analisi sul valore degli affitti in scudi.

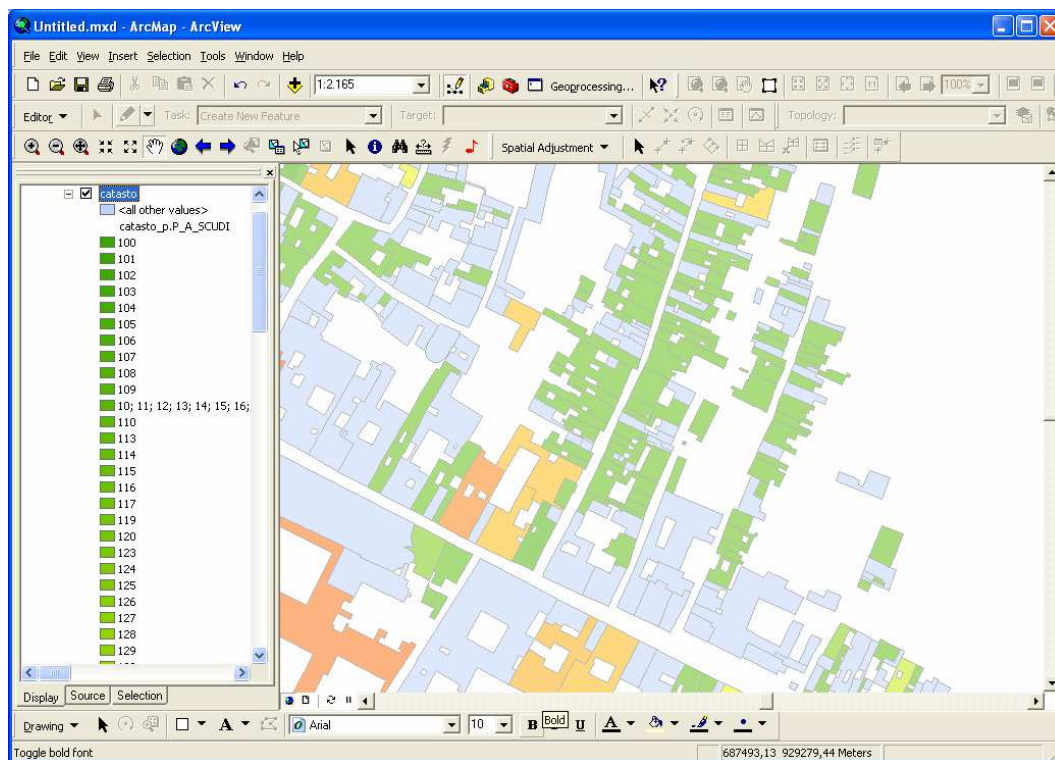


Figura 45 - Analisi degli affitti: dai valori più bassi (in verde) ai valori più alti (in rosso)

2.6 ALTRI STRATI INFORMATIVI

Oltre al Catasto Pontificio, altri elementi sono stati vettorializzati all'interno del GIS. Di seguito se ne riporta brevemente la descrizione e la procedura di creazione.

2.6.1 MURA DI BOLOGNA

Sulla base cartografica CTC si sono riportate le tre cerchia di mura di Bologna.

Mura di Selenite

Le mura di selenite rappresentano il primo sistema di fortificazione della città di Bologna di cui si abbia testimonianza e sono databili all'inizio del V secolo. Esse furono costruite con blocchi di selenite, per lo più di reimpiego²⁷.

La vettorializzazione delle prime cerchie di mura è avvenuta scansionando l'immagine della ricostruzione del tracciato murario data da Fernando Lugli²⁸.

Dopo aver georeferenziato il file formato raster si sono creati tre shapefile dal nome:

- *selenite_torri.shp*: shape di tipo poligonale delle torri esistenti lungo il tracciato delle mura.
- *selenite_fossati.shp*: shape di tipo lineare dei fossati esterni alle mura
- *selenite_mura.shp*: shape lineare che delinea il tracciato delle mura. In questo caso è stato aggiunto un campo per identificare due tipologie diverse: mura ipotizzate e mura esistenti.

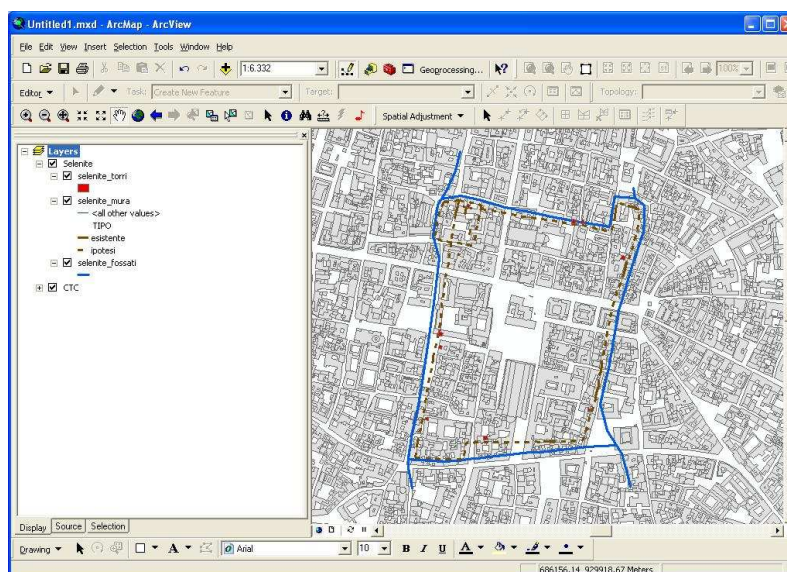


Figura 46 - Rappresentazione delle mura (in marrone), dei fossati (in azzurro) e delle torri (in rosso) di Selenite

²⁷ V. Neri, *Bologna tardoantica*, in *Bologna nell'antichità, Storia di Bologna*, vol. 1, a cura di G. Sassatelli e A. Donati, Bologna 2005, pp. 679-714.

²⁸ G. Sassatelli, C. Morigi Govi, J. Ortalli, F. Bocchi, *Da Felsina a Bononia. Dalle origini al XII secolo*, Atlante Storico delle città italiane, *Bologna*, Vol. 1, Edizioni Grafis, Bologna, 1996, pag 55. La ricostruzione tiene conto di alcuni rilevamenti archeologici, dell'andamento delle strade, del fossato, dell'altimetria. Lugli sposa la teoria di Carlo de Angelis secondo cui le mura di selenite avevano un'articolazione nella parte a Nord-Est.

Cerchia dei Torresotti

Il tracciato della seconda cerchia di mura di Bologna è stato ricostruito partendo dalle elaborazioni grafiche di Fernando Lugli²⁹. Il tracciato è stato ricostruito grazie allo studio del Liber Terminorum del 1294, documento che contiene la descrizione della posizione dei termini (cippi) che furono collocati dal governo locale per distinguere lo spazio pubblico da quello privato. Nel Liber Terminorum è registrata la distanza tra tali termini e punti noti della città (piazze pubbliche, strade interne e esterne, cinte murarie, fossati). La conoscenza di tali distanze ha permesso di ricostruire alcune parti della città del Duecento.

La trasposizione dei termini e degli altri elementi sulla cartografia tecnica comunale è stata possibile grazie alla vettorializzazione delle immagini raster elaborate da Lugli. Dall'immagine raster si sono creati alcuni strati vettoriali che vengono di seguito riportati:

- *acque.shp*: shape poligonale delle acque (Aposa, Reno, etc.).
- *fossato_torresotti.shp*: shape lineare che rappresenta il fossato della cerchia dei torresotti;
- *mura.shp*: shape lineare delle mura dei torresotti con una diversa tipologia a seconda che il tracciato sia esistente o ipotizzato;
- *strade.shp*: shape poligonale che rappresenta sia le strade interne sia quelle esterne alla cerchia dei torresotti;
- *termini.shp*: shape puntuale della posizione dei termini. Nel database associato sono raccolte informazioni sulla citazione nella fonte;
- *torre.shp*: shape poligonali della posizione delle torri della cerchia dei torresotti;

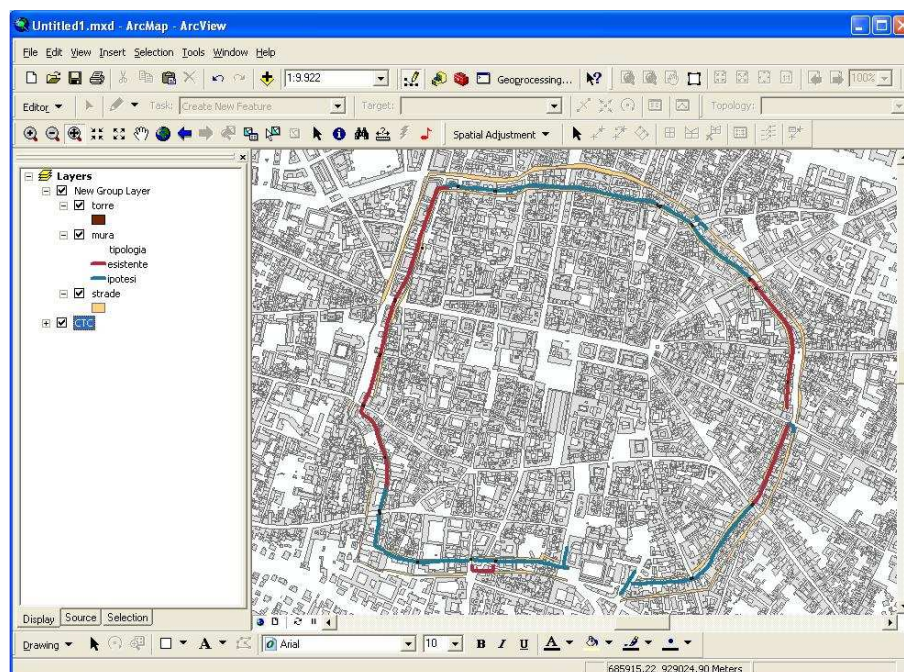


Figura 47 - Rappresentazione delle mura dei Torresotti all'interno del GIS

²⁹ F. Bocchi, *Il Duecento*, Atlante Storico delle città italiane, *Bologna*, Vol. 2, Edizioni Grafis, Bologna, 1995, pag 106-114.

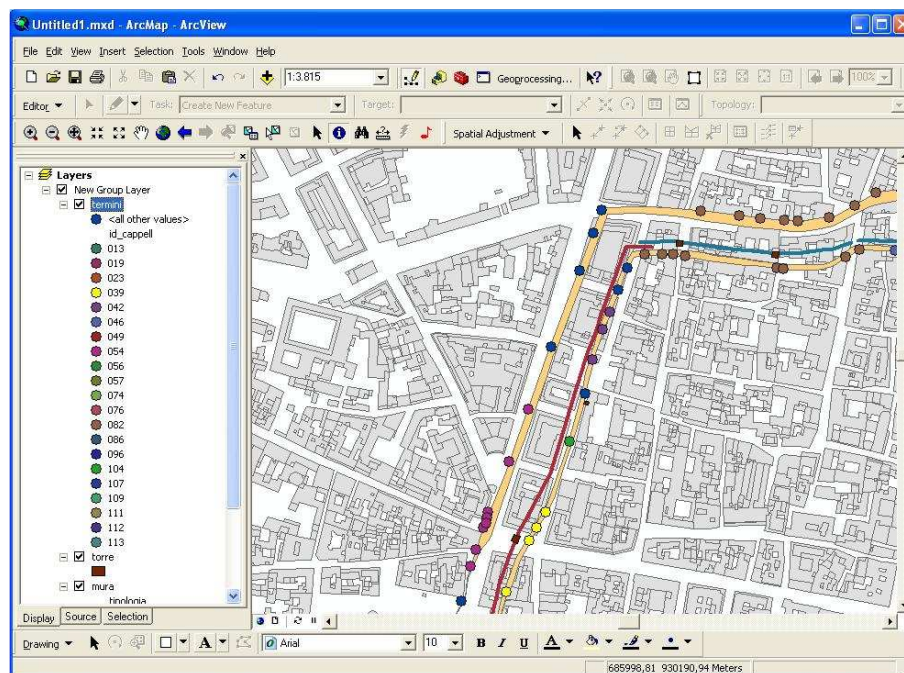


Figura 48 - Rappresentazione dei termini posizionati sulla CTC

Terza Cerchia di Mura o Circla

L'ulteriore Cerchia di Mura di Bologna fu completata sul finire del Trecento e distrutta all'inizio del 1900 per ragioni igieniche.

In questo caso l'elaborazione di un livello informativo che potesse contenere l'andamento delle terze mura è stata fatta con l'aiuto degli storici del «Centro "Gina Fasoli" per la storia delle Città» che in base alla loro esperienza hanno saputo indicare il tracciato delle mura sull'attuale cartografia.

Lo shape lineare che si è creato è stato chiamato *3_mura.shp*.

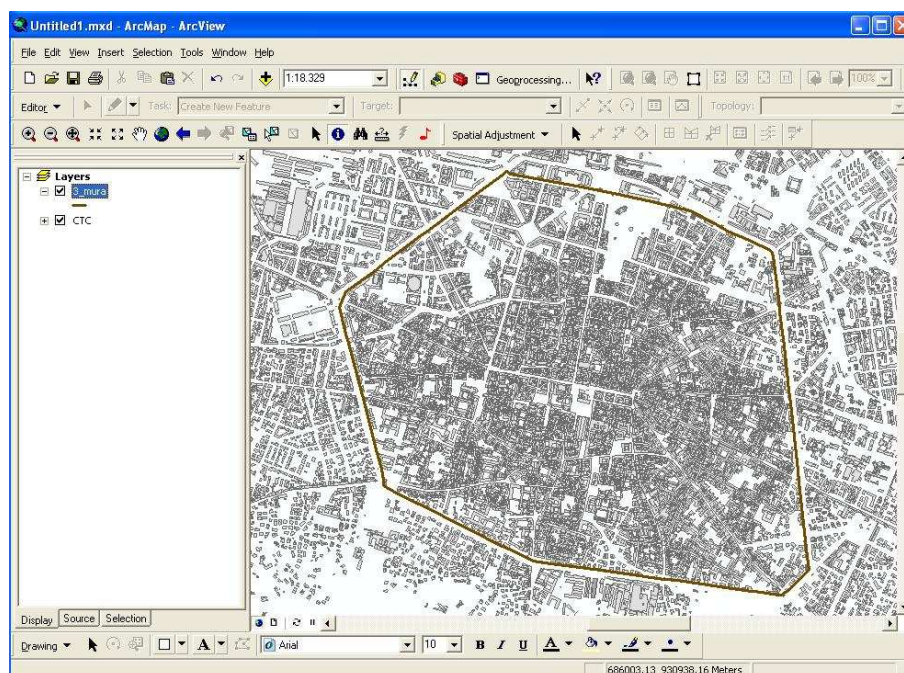


Figura 49 - Rappresentazione della terza cerchia di mura di Bologna all'interno del GIS

2.6.2. RETE IDRICA SECONDO CHERUBINO GHIRARDACCI E CHIAVICHE

Per avere un'idea della rete idrica che interessava Bologna nel XV secolo è stato creato uno strato informativo che si basa sull'immagine contenuta nell'*Atlante Storico delle città italiane – Bologna – Volume III*³⁰ in cui si riporta il sistema idrico elaborato da Fernando Lugli e desunto dalle informazioni storiche di frate Cherubino Ghirardacci. L'immagine della rete idrica è stata scansionata, georeferenziata e sovrapposta alla CTC. Dal raster georeferenziato si è creato uno shapefile lineare chiamato *rete_idrica.shp* che rappresenta la rete idrica.

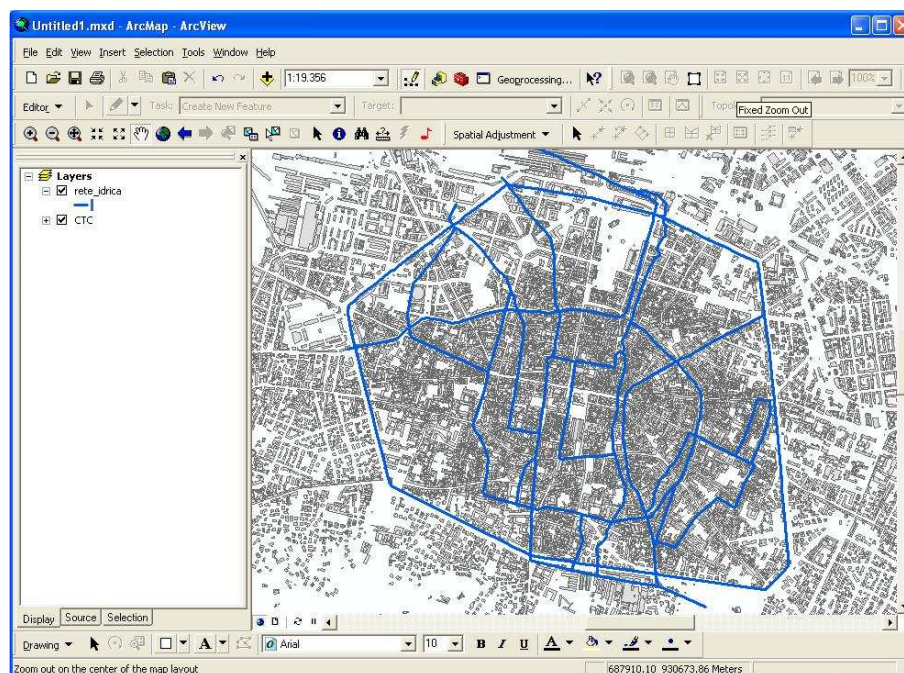


Figura 50 - Rappresentazione della rete idrica di Bologna

Un ulteriore tematismo che riguarda le acque è quello del sistema delle chiaviche. Il sistema della chiaviche o condotte era un sistema che prevedeva la creazione di condotte interrato disposte perpendicolarmente ai canali principali. Sfruttando la pendenza del terreno, a monte delle condotte, si crearono diversi mulini che utilizzavano l'acqua per trasformare l'energia idraulica in energia cinetica. Per rappresentare le condotte che facevano riferimento al fiume Reno si è utilizzata la mappa presente nell'*Atlante Storico delle città italiane – Bologna – Volume IV*, che deriva da studi di Alberto Guenzi³¹. Per questo motivo è stato creato uno shapefile dal nome *chiaviche.shp* che rappresentasse le chiaviche.

³⁰ R. Donarini, C. De Angelis, *Da una crisi all'altra (secoli XIV-XVII)*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 3, Edizioni Grafis, Bologna, 1997, pag. 49.

³¹ G. Greco, A. Preti, F. Tarozzi, *Dall'età dei lumi agli anni Trenta (secoli XVIII-XX)*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 4, Edizioni Grafis, Bologna, 1998, pag. 16.

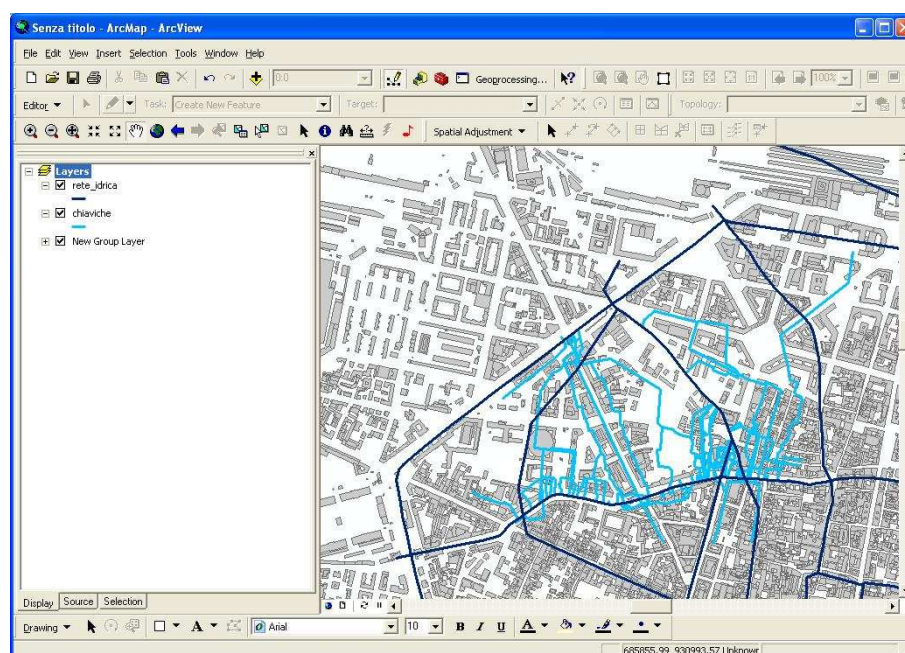


Figura 51 - Rappresentazione del sistema delle chiaviche

2.6.3 AREA DEL GHETTO

L'istituzione del ghetto ebraico a Bologna avvenne a partire dal 1555 quando le autorità bolognesi, a seguito della bolla papale "*Cum Nimis Absurdum*", che imponeva che gli ebrei abitassero in quartieri diversi da quelli dei cristiani, decisero di innalzare delle porte in una zona circoscritta "dedicata" alla componente ebraica.

Tale zona comprendeva l'area di Bologna vicino alle due torri e circondata dalle attuali vie Oberdan e via Zamboni.

L'individuazione dell'area oggetto d'interesse deriva dallo studio (pubblicato nell'*Atlante Storico delle città italiane – Bologna*³²) di Maria Giuseppina Muzzarelli, che individua le porte da cui si accedeva al ghetto e le sue strade interne.

In due shape poligonale sono state, quindi, disegnate sulla CTC le porte e le strade interne.

³² R. Dondarini, C. De Angelis, *Da una crisi all'altra (secoli XIV-XVII)*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 3, Edizioni Grafis, Bologna, 1997, pag. 68.

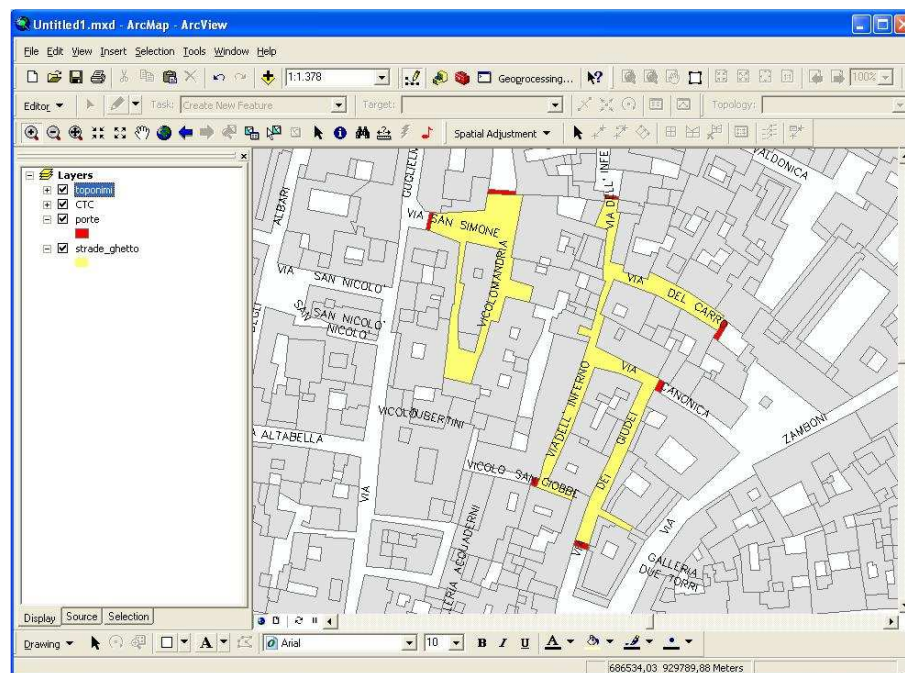


Figura 52 - Rappresentazione dell'area del ghetto

2.6.4 PARROCCHIE MEDIEVALI

All'interno del GIS storico è contenuto uno strato informativo che rappresenta la posizione delle cappelle medievali. In base allo studio delle fonti medievali è stato possibile ubicare le parrocchie, con l'aiuto degli storici del «Centro "Gina Fasoli" per la storia delle Città».

Le parrocchie sono state localizzate con uno shape puntuale e nel database collegato si è riportato per ogni parrocchia il nome relativo e il quartiere di appartenenza.

I quartieri sono anch'essi stati riportati sulla CTC e rappresentati come un'entità poligonale.

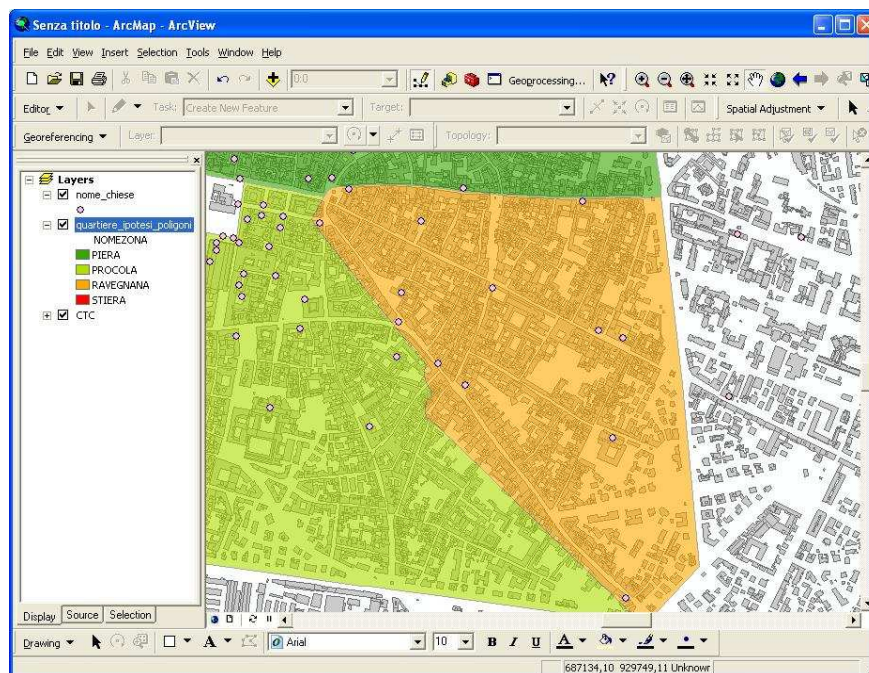


Figura 53 –Rappresentazione delle parrocchie medievali nel quartiere di "Porta Ravegnana" (in arancione)

2.6.5 CASERME AUSTRIACHE

All'inizio dell'Ottocento Bologna vide molti edifici religiosi convertirsi in caserme, magazzini, scuole e uffici. Da una mappa della città custodita all'Archivio di Stato di Vienna (Österreichisches Staatsarchiv) e pubblicata nel IV volume dell'*Atlante Storico delle città italiane – Bologna*³³, è possibile osservare la posizione delle caserme a Bologna in quegli anni.

Si è quindi creato uno shape poligonale dal nome *caserme.shp* che contenesse la posizione degli insediamenti militari nell'Ottocento.

³³ G. Greco, A. Preti, F. Tarozzi *Dall'età dei lumi agli anni Trenta (secoli XVIII-XX)*, Atlante Storico delle città italiane, *Bologna*, Vol. 4, Edizioni Grafis, Bologna, 1998, pag. 37.

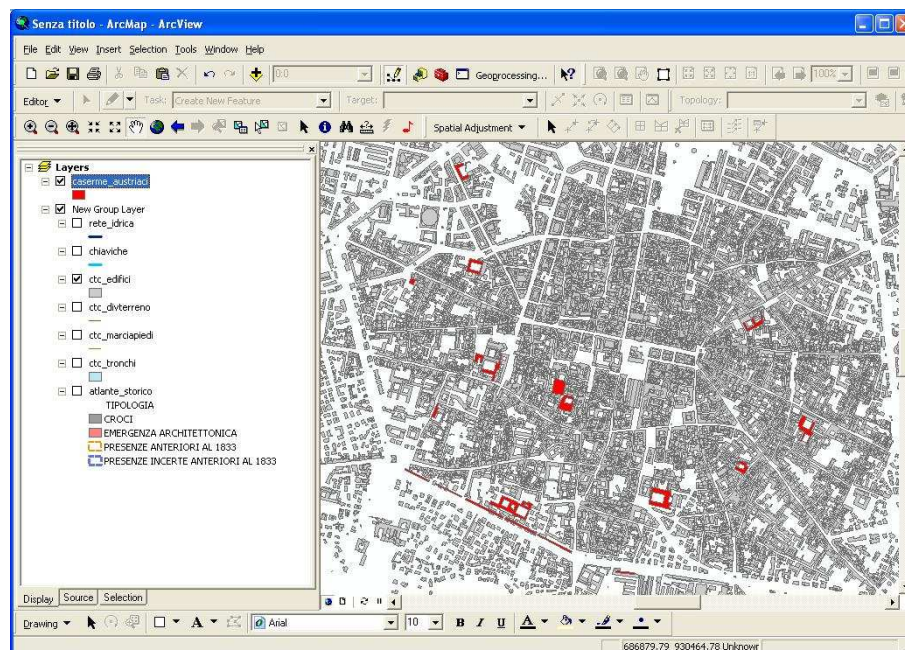


Figura 54 - Rappresentazione delle caserme a Bologna all'inizio dell'Ottocento

2.6.6 EMERGENZE ARCHITETTONICHE

All'interno dei quattro volumi dell'*Atlante Storico delle città italiane – Bologna* sono contenute quattro mappe principali ognuna delle quali, realizzata alla scala di 1:2.500, comprende una porzione di città storica e di prima periferia.

Le mappe principali, derivate dalla sovrapposizione dei catasti storici con il catasto attuale, indicano gli edifici soggetti ad emergenza architettonica e gli edifici scomparsi; ciascun edificio mappato è accompagnato ad una scheda informativa che illustra la storia dell'edificio e delle famiglie che vi hanno abitato. Sulla carta tecnica comunale si sono quindi individuati i 470 edifici contenuti nei volumi dell'*Atlante* e classificati come emergenze architettoniche, come edifici presenti nel 1833 e come croci (contrassegni di pietra protetti da cappelle o collocati su colonne).

Il database relativo alle entità poligonali create sulla CTC contiene, oltre ad una classificazione per tipologia, anche un collegamento alla relativa scheda informativa, disponibile in formato .pdf.

Durante la navigazione nel territorio, è quindi possibile accedere direttamente ai documenti collegati agli oggetti tematizzati in mappa.

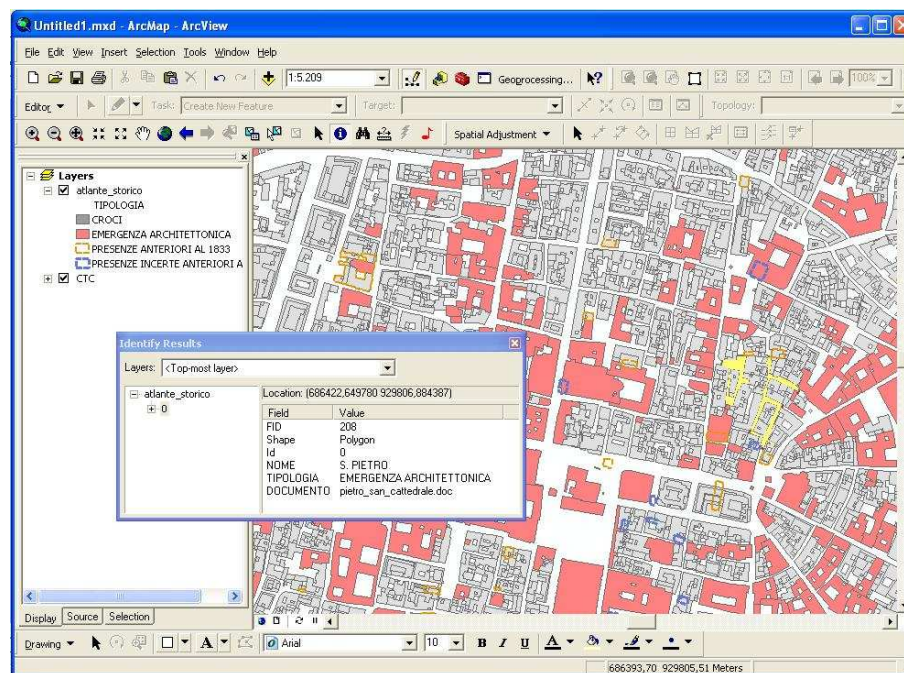


Figura 55 – La rappresentazione degli edifici di interesse storico all'interno del GIS Storico.
Esempio di interrogazione sull'entità poligonale "Chiesa di San Pietro"

2.6.7 TOPONOMASTICA STORICA

La toponomastica storica è andata a costituire un ulteriore strato informativo all'interno del GIS storico.

Si è tentato di collegare le entità lineari rappresentative delle strade della CTC (*arcstra.shp*) ad un database della toponomastica storica³⁴.

In particolare, il database contiene campi differenti: nome attuale della via, piazza o galleria, denominazione della stessa via contenuto all'interno del *Prontuario per la denominazione delle piazze, vie e vicoli*, denominazione della via nella riforma del *Prontuario per la collocazione dei numeri civici alle strade* del 1801, denominazione della via nella mappa del Mitelli del 1692 e denominazione della via negli estimi del 1296-1297. Al database originale è stato aggiunto un ulteriore campo di tipo numerico che contiene il codice della via, attraverso cui è stato possibile creare un collegamento con tutti gli archi stradali contenuti nello shape *arctsra.shp*.

³⁴ Tale database, intrapreso da Maria Venticelli e Maria Chiara Tirelli, continuato poi da altri ricercatori tra i quali Rosa Smurra, contiene la toponomastica attuale e le variazioni che si sono succedute nel tempo, basandosi su più fonti.

ID	Nome via	1878	1801	Mitelli	Estimi 1296-97	Vol Atl	Parrocchia	codice
1	Abbadia, via dell'	Abbadia, via dell'	Abbadia	via dell'Abadia	---	---	1 S. Maria della Carità	100
2	Acn F., via	Veternaria, via della	Vinazzoli	Vinazzoli	---	---	3 Ss. Vitale e Agricola	400
3	Agresti, via degli	Agresti, via degli	Agresti	Agresti	---	---	1 S. Paolo Maggiore	700
4	Albani, via degli	Albani, via degli	Albani	Via degli Alberi	---	---	3 S. Pietro	900
5	Albioli, via	Albioli, via	Albioli	Via Albioli	---	---	3 S. Pietro	1300
6	Aldrovandi, piazza	Aldrovandi, Piazza	Selciata di Str. Maggiore	Salegata di Str. Maggiore	---	---	1 Ss. Annunziata, S. Caterina di Saragozza, S. Procolo	1350
7	Alagna, vicolo	---	Alagna	Alagna	---	---	2 Ss. Vitale e Agricola	1400
8	Alessandrini, via	Alessandrini, via	Berlina	Berlina	---	---	2 Ss. Bartolomeo e Gaetano	1450
9	Altabella, via	Altabella, via	Altabella	Alta Bella	---	---	3 S. Benedetto	1500
10	Altasetta, via	Altasetta, via	Altasetta	Alta Seda	---	---	3 S. Pietro	1700
11	Amendola, via G.	---	---	---	---	---	1 S. Maria delle Muratelle	1750
12	Angeli, via degli	Angeli, via degli	Angeli, via degli	via dell'Angeli	---	---	4 S. Carlo	2000
13	Archiginnasio, via dell'	Archiginnasio, via dell'	Pavaglione, piazza del	Pavaglione	---	---	2 Ss. Giuseppe e Ignazio	2200
14	Arienti, via	Arienti, via	Arienti, Borgo	Borgo dal Ariento	---	---	2 Ss. Bartolomeo e Gaetano	2800
15	Ariosti, vicolo degli	Pietrafitta	Pietrafitta	Predafitta	---	---	2 Ss. Giuseppe e Ignazio	3100
16	Ariosti, vicolo degli	Pietrafitta	Pietrafitta	Ghisilieri	---	---	4 S. Pietro	3130
17	Artieri, via degli	---	---	(illegibile)	---	---	4 S. Pietro	3130
18	Avesella, via	Avesella, via	Avesella	Avesella	---	---	2 Ss. Bartolomeo e Gaetano	3360
19	Azeglio, D', via M.	Azeglio, D', via	S. Mamolo	S. Mamolo	---	---	4 S. Maria Maggiore	3700
20	Azzarita, piazza M.	---	---	---	---	---	2 S. Pietro, S. Paolo Maggiore, S. Procolo	3750
21	Azzo Gardino, via	Azzogardino, via	Azzo Gardino	Azo Gardino	---	---	4 S. Maria della Carità	3850
22	Azzo Gardino, via	Azzo Gardino, via	Apostoli	Apostoli	---	---	4 S. Filippo e Giacomo	3900
23	Baldi C., piazzale	---	---	---	---	---	4 Ss. Filippo e Giacomo	3900
24	Baraccano, piazza del	Baraccano, voltone del	Baraccano, Voltone del	---	---	---	3 S. Benedetto	4230
25	Barbazzi, vicolo	Barbazzi, vicolo	Barbazzi, vicolo	via Barbazzia	---	---	2 S. Giuliano	4500
26	Barberia, via	Barberia, via	Barberia	Barberia	---	---	2 S. Procolo	4650
27	Bassi U., galleria	---	---	---	---	---	1 S. Paolo Maggiore	4700
28	Bassi U., via	Ugo Bassi, via	Volte dei Pollaroli	Volte dei Pollaroli	---	---	1 S. Gregorio e Siro, S. Isala, S. Pietro	5400
29	Bassi U., via	Ugo Bassi, via	Vetturini	Vetturini	---	---	1 S. Gregorio e Siro, S. Isala, S. Pietro	5450
30	Bassi U., via	Ugo Bassi, via	---	---	---	---	1 S. Gregorio e Siro, S. Isala, S. Pietro	5450
31	Battibecco, via	Battibecco, via	Battibecco	Battibecco	---	---	1 S. Gregorio e Siro, S. Isala, S. Pietro	5450
32	Battistelli, via	---	---	---	---	---	1 S. Pietro	5700
33	Battisti C., via	Imperiale, via	Imperiale (di S. Prospero)	via Barbaciana,	---	---	4 S. Maria della Carità	5850
34	Battisti C., via	Imperiale, via	Barbaziana	via Imperiale	---	---	1 Ss. Gregorio e Siro, S. Paolo Maggiore	5900
35	---	---	---	---	---	---	1 Ss. Gregorio e Siro, S. Paolo Maggiore	5900

Figura 56 - Tabella della toponomastica storica. L'ultimo campo (campo codice) permette il collegamento con lo shape *arcstra.shp*

Infatti, attraverso l'operazione di relate (relazione tra dati del tipo 1 a N) è possibile visualizzare nel GIS tutte le informazioni relative ad un arco stradale come nell'esempio seguente.

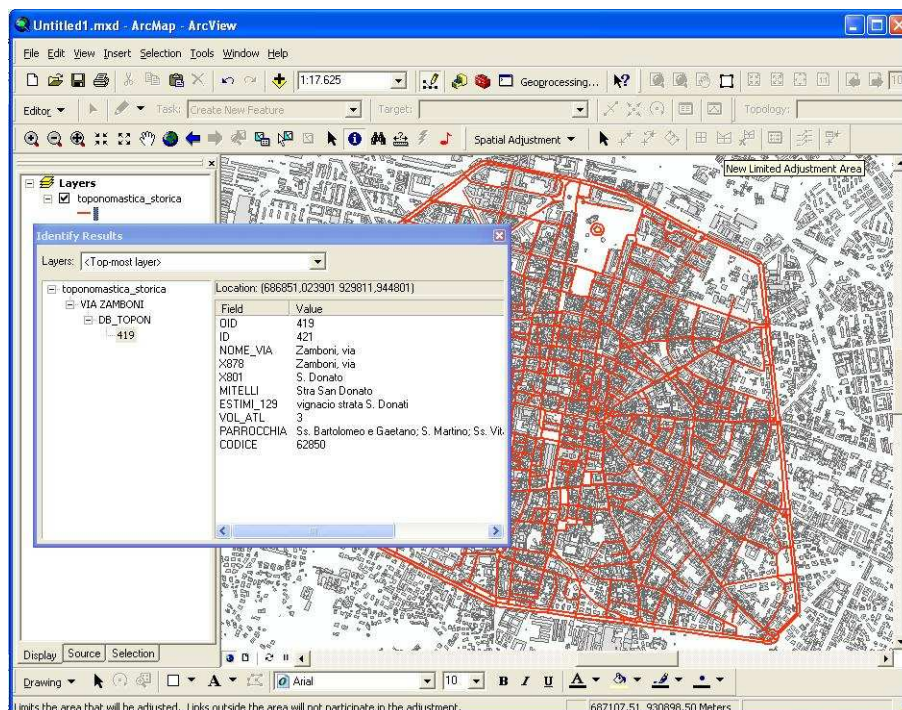


Figura 57 - Esempio di interrogazione all'interno del GIS. Si noti come per ogni elemento selezionato compaiono le relative variazioni toponomastiche

Tale shape non contiene però le vie cessate (come per esempio via del Maglio) che oggi non esistono più. In questo caso si è recuperato lo shape prodotto da Massimo Neri, nato dalla trasposizione della mappa del Mitelli, il cui contenuto ci porta indicazioni della toponomastica di Bologna all'anno 1692.

Il fatto di aver un unico database spaziale che possa contenere più informazioni ci permette di avere una molteplice lettura della toponomastica nella storia.

Si vuole qui sottolineare il fatto che il GIS risulta un sistema “aperto” in cui si possono aggiungere, in qualsiasi momento, ulteriori strati informativi che consentono una lettura e un'analisi dei dati a 360°.

2.7 EVOLUZIONE DEL SISTEMA: GIS 3D

Negli ultimi anni la produzione di GIS 3D è notevolmente cresciuta grazie alla sua forte capacità comunicativa. Infatti, il GIS 3D consente di esplorare gli oggetti nella loro forma tridimensionale e permette di cogliere particolari altrimenti non visibili su una cartografia bidimensionale.

L'utilizzo di questo tipo di metodologie è risultato molto utile per diverse discipline, dagli scenari di pianificazione territoriale allo studio di eventi catastrofici. Si pensi per esempio al largo impiego che se ne è fatto nel campo dei beni culturali, dove si sono ricostruite delle vere e proprie città virtuali per molteplici scopi: fini didattici, supporto per allestimento di musei, studio dei vari scenari di un'opera.

Per tutti questi motivi si è cercato di ricostruire in parte la Bologna del XIX secolo. Avendo a disposizione il Catasto Pontificio in una cartografia bidimensionale, per poter costruire un GIS 3D era necessario avere un dato in più: le altezze degli edifici.

Questo dato è stato desunto dalle informazioni contenute nei brogliardi. Infatti, all'interno del software Microsoft Access si è costruita una tabella che restituisse per ogni particella catastale sia le informazioni sui numeri di piani (nel caso in cui questo campo fosse compilato), sia le informazioni su quanti subordinati vi fossero. A questo database si è aggiunto un ulteriore campo, chiamato quota, in cui vengono indicati i numeri di piano di un edificio desunti dai due campi precedenti.

Il numero dei piani di ogni edificio è stato calcolato in base alle seguenti considerazioni: se l'edificio ha un valore di piani uguale a zero (campo non compilato) e non vi sono subalterni allora si è messo di default quota uguale a 1; se l'edificio ha riportato il numero di piani e non esistono subalterni viene riportato nel campo quota il numero di piani.

Se il numero dei piani è uguale o diverso al numero di subalterni allora si riporta il numero di piani.

Dall'elaborazione di questi dati è stato possibile ricostruire una parte della città attraverso il modulo di 3DAnalyst, ArcScene³⁵.

La visualizzazione in 3D è resa possibile poiché il software “estrude” gli oggetti bidimensionali leggendo il valore nel campo “altezza”.

È possibile cogliere il risultato di questo lavoro nelle immagini seguenti.

In conclusione, si deduce che un utilizzo significativo di queste tecnologie consente una miglior lettura delle volumetrie attraverso la storia e della storia attraverso le volumetrie.

³⁵ Il prodotto ArcScene della società Esri è stato testato in modalità evalutate della durata di 60 giorni. Nel mondo Open ancora non si è trovato un valido sostituto. GvSig con il progetto pilota 3D ha tentato di progettare un software Open per il 3D, ma ancora non funziona molto bene. Forse con la prossima versione (gvSIG 1.9) verrà migliorato anche questo aspetto.

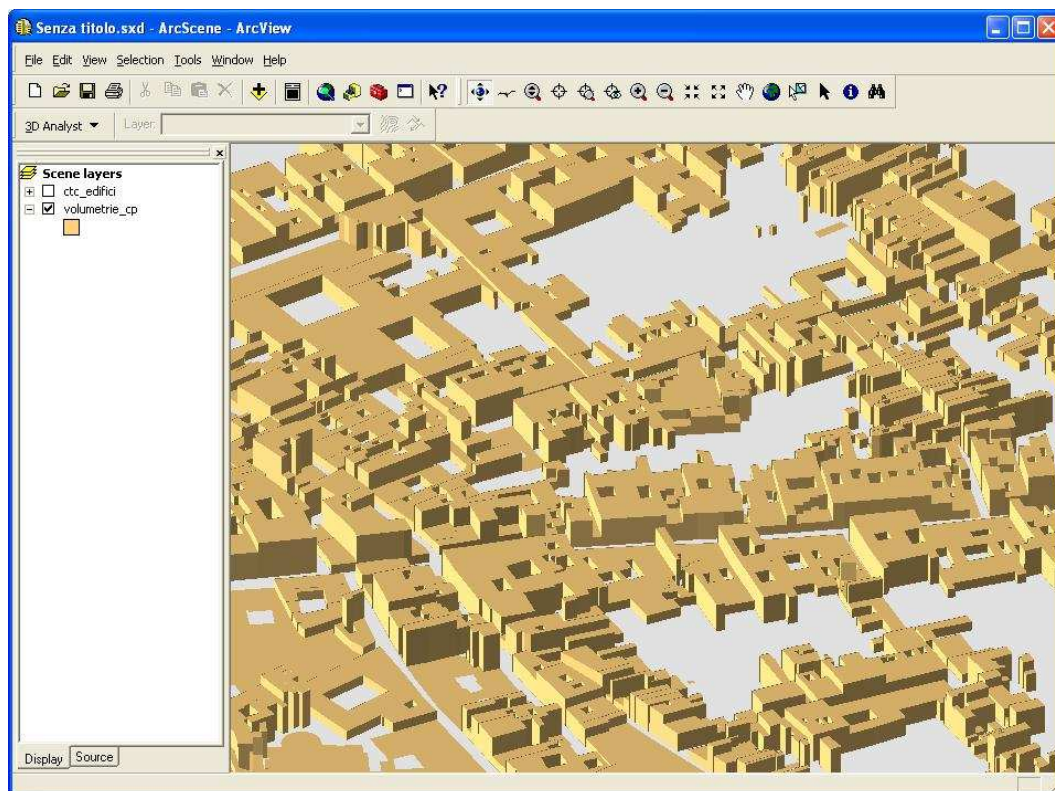


Figura 58 – Visualizzazione del Catasto Pontificio in 3D tra via Santo Stefano e Strada Maggiore

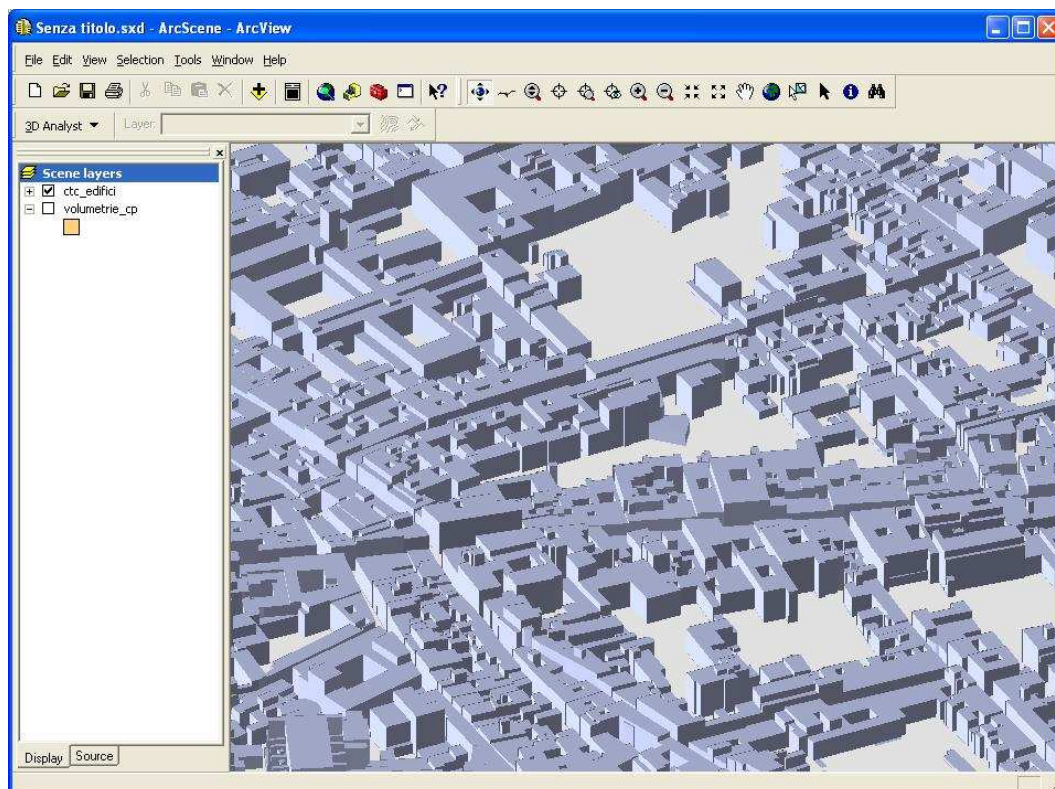


Figura 59 – La cartografia CTC vista in 3D tra via Santo Stefano e Strada Maggiore

CAPITOLO 3

CAPITOLO 3

LA PUBBLICAZIONE DEI DATI SU INTERNET: I WEB MAPPING

3.1 PREMESSA

Giunti alla creazione di un GIS che contenesse le informazioni storiche, frutto di processi di studio, raccolta ed elaborazioni degli storici, ci si è posti il problema di diffondere e condividere le conoscenze.

Il Web dei nostri giorni (il cosiddetto Web 2.0) si presta bene a questo tipo di operazione proprio perché oggi il Web è maturato rispetto ai primordi ed è diventato una piattaforma che offre all'utente la possibilità di generare contenuti in modo molto semplice e senza necessariamente ricorrere alla programmazione.

Le tecnologie informatiche hanno reso disponibile al generico utente una serie di strumenti e servizi, gratuiti od Open Source, per la diffusione e condivisione sul Web di contenuti multimediali.

Nel campo accademico, la possibilità di poter mostrare i risultati delle proprie ricerche ad altri utenti connessi al Web e poter arrivare ad un pubblico mondiale porta alla condivisione delle risorse e alla capacità materiale di collaborare insieme allo stesso progetto divisi dalla distanza, ma uniti grazie alle reti a maglie larghe¹.

Tutto ciò porta ad un'accelerazione del processo di ricerca oltre che ad una trasparenza, libertà, coinvolgimento e accesso a dati, software, idee e progetti: il tutto ad un costo quasi nullo².

Nelle prossime pagine si prendono in considerazione Google Maps e altri visualizzatori territoriali, esempi di piattaforma partecipativa, che possono essere utilizzati per divulgare le informazioni geografiche e consentire una collaborazione sui contenuti.

¹ D. Tapscott, A. D. Williams, *Wikinomics. La collaborazione di massa che sta cambiando il mondo*, Etas, Milano, 2007.

² G. Roncaglia, *Gli strumenti del nuovo web e l'organizzazione della ricerca in campo umanistico*.
<http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/433/1/Roncaglia_Lecce2007.pdf>
[Accesso: marzo 2009]

3.2 VISUALIZZATORI TERRITORIALI DELLA FAMIGLIA GOOGLE

Nel febbraio del 2005³ l'azienda Google mise in rete un servizio di cartografia online chiamato Google Maps⁴. Qualche mese dopo venne realizzato un nuovo software 3D chiamato Google Earth⁵ che dà la possibilità di navigare il globo terrestre nella sua tridimensionalità. Nei prossimi paragrafi si analizzano le caratteristiche dei due prodotti.

3.2.1 GOOGLE MAPS

Google Maps è un'applicazione Web in grado di restituire una rappresentazione cartografica della superficie terrestre. Dopo aver avviato il servizio è possibile visualizzare una mappa in cui è rappresentata il globo terrestre. Si può navigare la mappa utilizzando il mouse per muoversi lungo i punti cardinali all'interno della stessa, mentre cliccando due volte sull'immagine è possibile effettuare uno zoom del luogo da esplorare. In alternativa, per esplorare la mappa, si possono utilizzare gli strumenti di navigazione presenti all'interno della pagina Web.

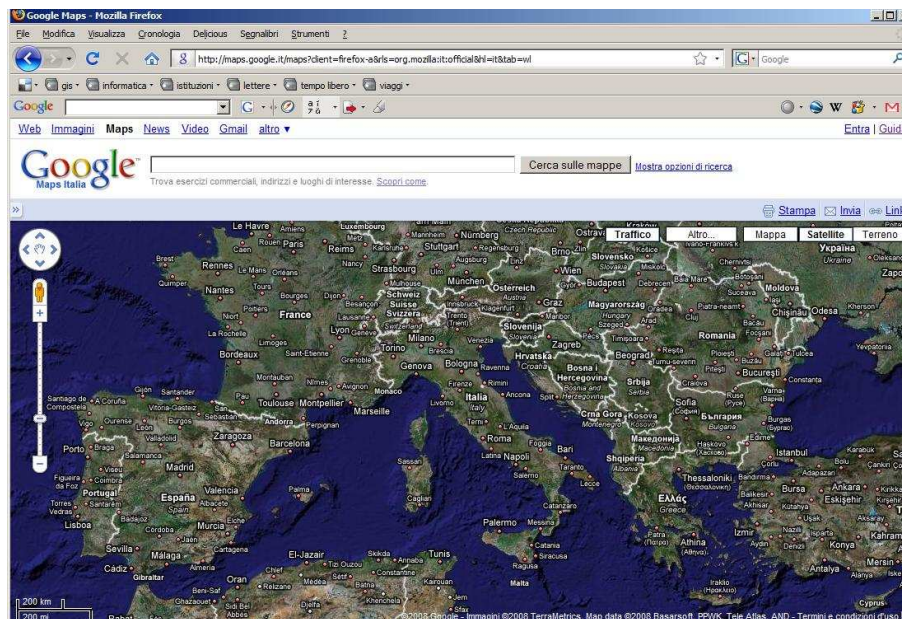


Figura 1 - Google Maps: pagina di avvio

Diverse sono le modalità di visualizzazione di una zona. Si può, per esempio, visualizzare la città di Bologna ricorrendo alla visualizzazione di un'immagine aerea (modalità "Satellite"), oppure alla visualizzazione in modalità "Mappa" in cui sono riportate le strade oppure ancora alla modalità "Terreno" in cui è

³ R. Gibson, S. Erle, *Google Maps Hacks: Tips and Tools for Geographic Searching and Remixing*, O'Reilly & Associates, Sebastopol, 2006. Anteprima in Google Libri alla pagina <http://books.google.it/books?id=smDmXMYK4K8C&printsec=frontcover> [Accesso: marzo 2009]

⁴ Google Maps si può visualizzare all'indirizzo Internet <http://maps.google.com/> [Accesso: marzo 2009]

⁵ Google Earth si può scaricare all'indirizzo <http://earth.google.com/> [Accesso: marzo 2009]

riportata la morfologia del terreno, che permette di cogliere la tridimensionalità della città e del paesaggio circostante.

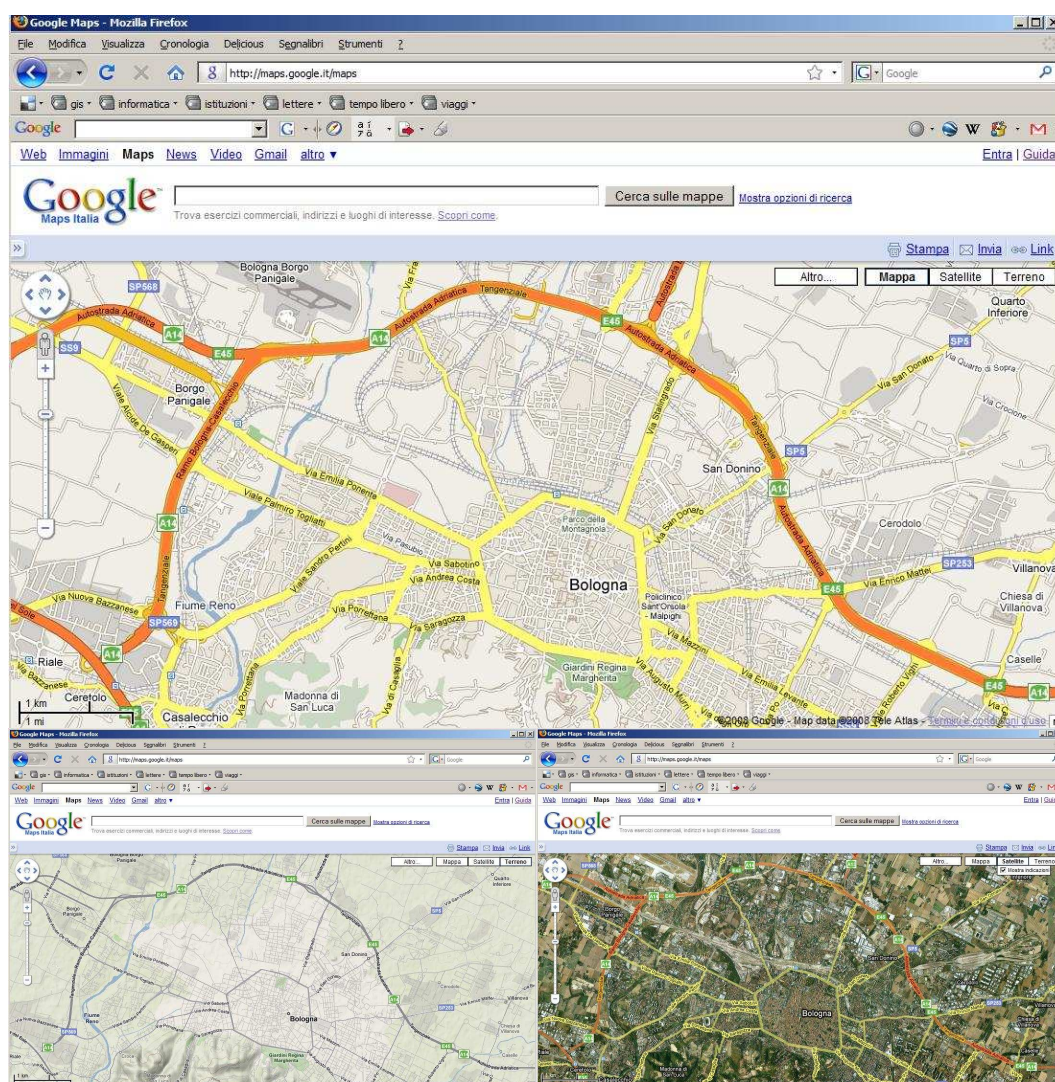


Figura 2 – Dall’alto, modalità Mappa, modalità Terreno e modalità Satellite in Google Maps

Oltre ad una navigazione “libera”, Google Maps consente la ricerca di luoghi, attività commerciali e servizi.

La ricerca di un luogo può avvenire inserendo nel box di ricerca più chiavi territoriali: indirizzo, nome della città, latitudine e longitudine, etc..

Mentre, se si vuole ricercare una particolare attività commerciale come una pizzeria o un albergo, è possibile aggiungere al nome del luogo o della città la parola pizzeria o albergo e, immediatamente, Google Maps presenta il risultato della ricerca sotto forma di icone posizionate in corrispondenza dell’oggetto trovato. Ad ogni icona è collegata una finestra (finestra delle informazioni) che contiene varie informazioni come: nome del bene ricercato, indirizzo, numero di telefono, sito Internet di riferimento, etc..

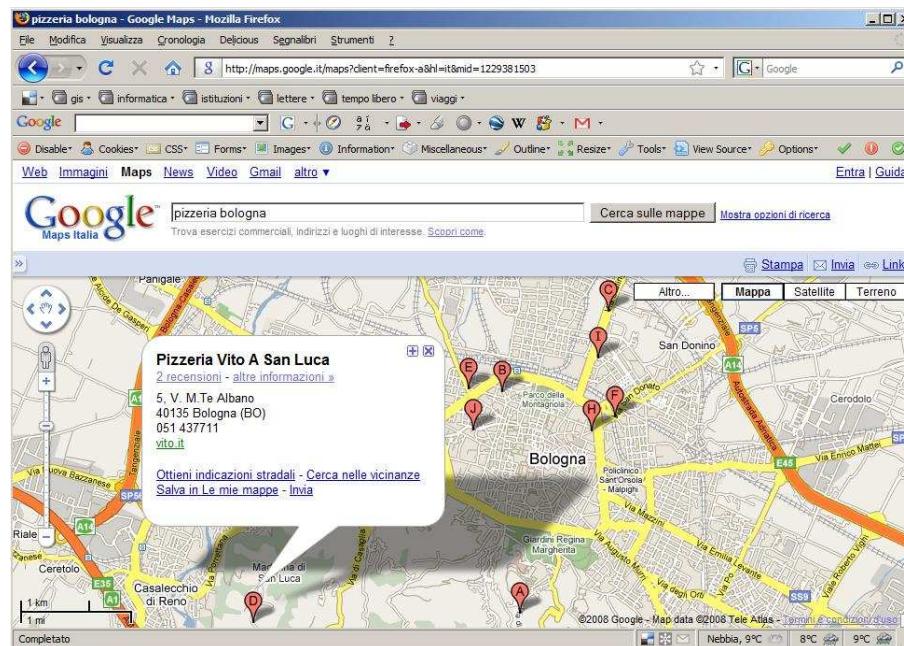


Figura 3 - Esempio di ricerca di una attività commerciale

Una mappa di Google Maps può essere visualizzata anche richiamando una url così fatta:

<http://maps.google.com/maps?q=Bologna&hl=it>

dove:

- q identifica il luogo da visualizzare (in questo caso Bologna)
- hl identifica la lingua da utilizzare (nel nostro caso it indica italiano)

Alla url si possono aggiungere ulteriori parametri come⁶:

- t= α . Questo valore definisce il tipo di immagine che si vuole caricare; α può assumere “x” quando si vuole visualizzare la mappa, “p” il terreno e “k” l’immagine satellitare;
- l=x,y mostra una mappa centrata nel punto di coordinate x, y;
- spn=x,y definisce la dimensione della mappa in gradi (latitudine e longitudine);
- z=n definisce un valore di zoom: valore da 3 (massimo zoom in) a 17 (massimo zoom out).

Se per esempio si vuole visualizzare un punto localizzato a Bologna in via Andrea Costa 21 si scriverà nella url:

<http://maps.google.com/maps?q=Andrea+Costa+21,Bologna>

⁶ M. Miller, *Googlepedia: The Ultimate Google Resource*, Que, Indianapolis, 2007. Anteprima in Google Libri alla pagina:
http://books.google.it/books?id=sZPXICDPcKwC&pg=PA219&source=gbs_toc_r&cad=0_0#PPA273,M1 [Accesso: marzo 2009]

e la mappa restituirà il risultato visibile nella seguente figura.

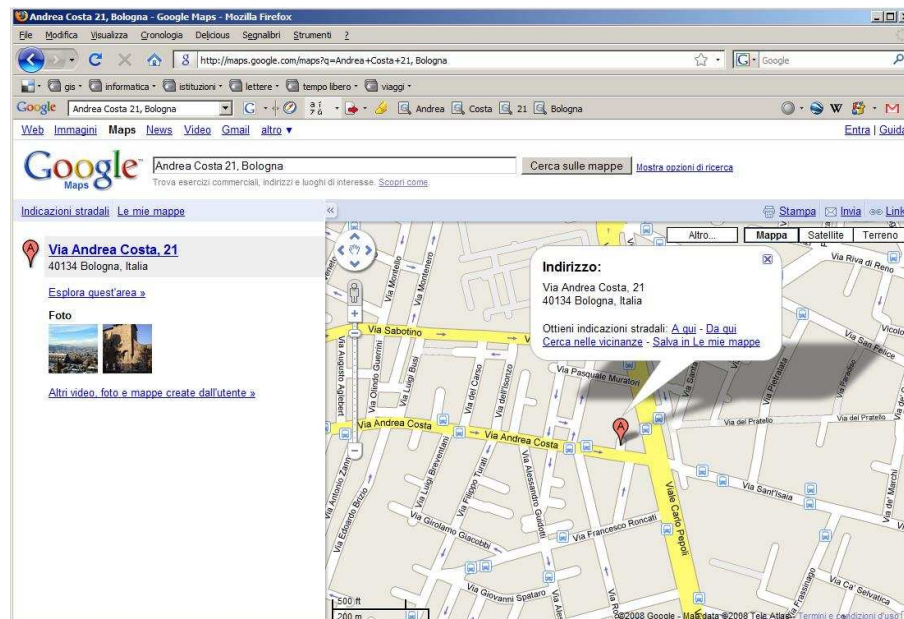


Figura 4 - Esempio di ricerca attraverso url

Oltre alla visualizzazione di luoghi, attività e servizi, in Google Maps, è possibile ottenere indicazioni sui percorsi stradali.

Per esempio, se si vuole visualizzare un percorso che parte da Bologna e arriva a Cadiz (Spagna) è possibile immettere nei due box di ricerca i nomi delle due città e il programma restituirà il percorso migliore evidenziato con una linea marcata. L'utente può variare una parte del percorso restituito, trascinando la linea evidenziata oppure immettendo un luogo intermedio nel percorso.

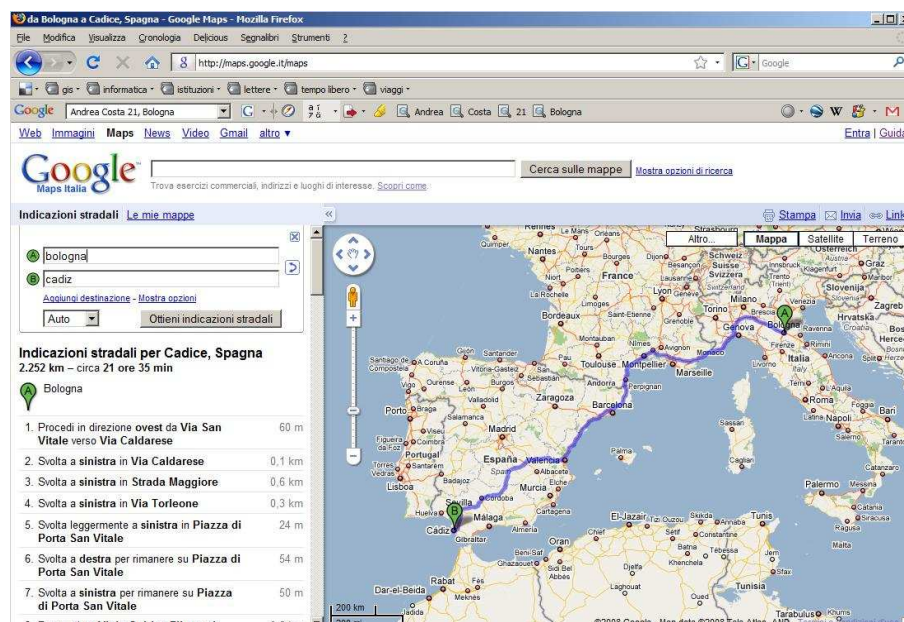


Figura 5 - Esempio di creazione di un percorso

Recentemente, a corredo del servizio, è stata aggiunto “Street View”, un nuovo strumento che fornisce viste fotografiche a livello stradale a 360°.

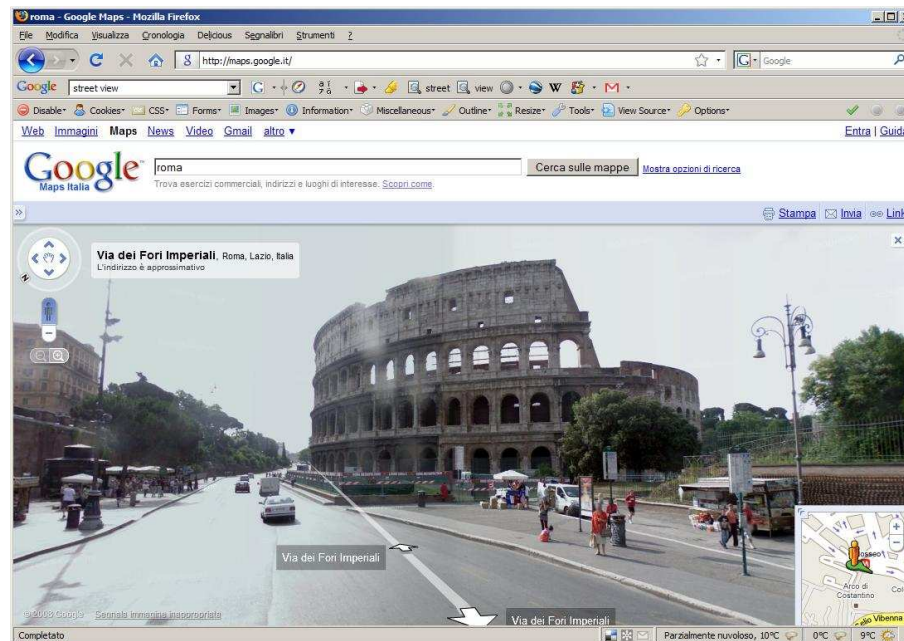


Figura 6 - Il Colosseo visto con Street View

3.2.2 GOOGLE EARTH

Nato nel giugno del 2005 dalla fusione di Google Maps con librerie di immagini satellitari acquisite dall'impresa Keyhole (comprata da Google nel 2004), Google Earth⁷ è un client che permette la visualizzazione della superficie terrestre in 3D e a differenti scale. L'utente si trova di fronte un globo terrestre da esplorare aumentando lo zoom a piacere fino ad arrivare al dettaglio desiderato.

Ma come funziona Google Earth⁸?

Le immagini che utilizza Google Earth provengono da diverse fonti, come Digital Globe, Nasa, SPOT Image Corporation, MDA Federal, etc..

Per ridurre la grande quantità di immagini che devono essere trasferite dal server al client, la piattaforma approssima la sfera terrestre ad un poliedro composto da superfici piane che danno la illusione di rotondità.

Quando l'utente si avvicina al punto di vista con gli strumenti di zoom, il programma divide i poligoni, che rappresentano una faccia di ciascun poliedro, in poligoni più piccoli, ciascuno dei quali ha una maggior risoluzione.

A mano a mano che si effettua uno zoom, solo i dati riguardanti la zona esaminata vengono caricati nel pc dell'utente: il resto delle informazioni non viene caricato. Inoltre, per alleggerire il caricamento delle immagini, si utilizza la memoria del disco: le immagini su cui l'utente effettua uno zoom si caricano nella cache, per cui quando l'utente vuole un maggior dettaglio, le immagini non devono essere ricaricate dal Web, ma devono essere solamente caricate dal disco fisso. Tutto ciò è molto più rapido che accedere al server e scaricarle.

La navigazione delle immagini all'interno di Google Earth⁹ avviene utilizzando il mouse, i controlli di navigazione presenti nel programma oppure le frecce direzionali della tastiera.

⁷ Vi sono più versioni di Google Earth: Google Earth gratuito, Google Earth Pro per usi professionali e commerciali, Google Earth Plus che ha alcune funzionalità in più come un migliore accesso alla rete, stampe con risoluzione superiore alla risoluzione schermo e importazione di fogli di lavoro e Google Earth Enterprise che combina i dati Google con dati aziendali.

⁸ C. Perez, A. L. Muñoz Nieto, *Teledetección: Nociones y Aplicaciones*, Ávila, 2006. Anteprima in Google Libri alla pagina http://books.google.it/books?id=SfrGxbO1DT0C&printsec=frontcover&source=gbs_summary_r&cad=0 [Accesso: marzo 2009]

⁹ La versione di Google Earth a cui si fa riferimento in queste pagine è la 4.3.

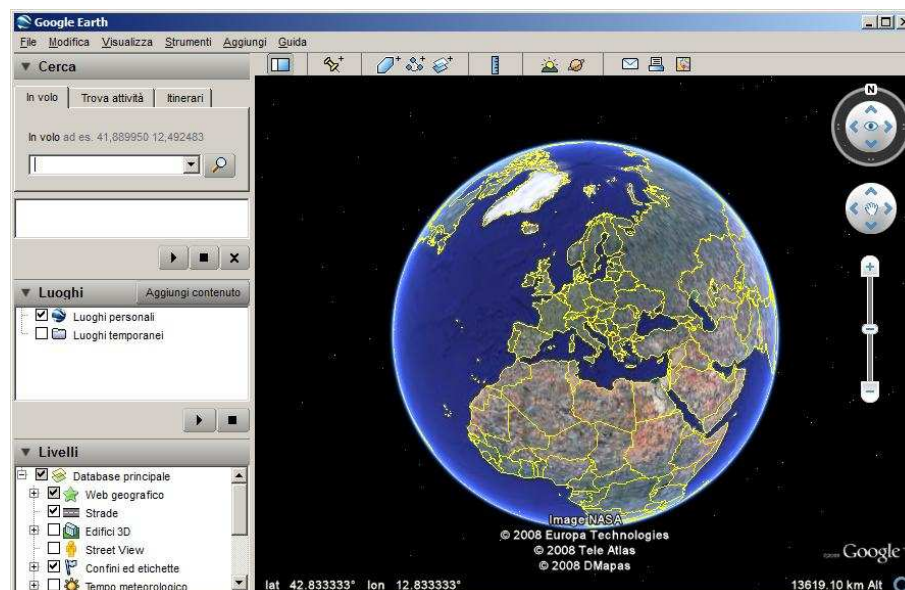


Figura 7 - Google Earth: schermata di avvio

Attraverso questi strumenti è possibile effettuare diverse operazioni come: zoom in avanti, zoom all'indietro, muoversi in qualsiasi direzione, ruotare la vista, etc.. Oltre alla navigazione libera, il software permette di effettuare la ricerca di una località o luogo. Inserendo nel box di ricerca il nome di una città, è possibile visualizzare immediatamente la città ricercata; allo stesso modo si può cercare un indirizzo o un'attività commerciale e Google Earth si posiziona subito nel luogo richiesto.

È inoltre possibile visualizzare un itinerario fissando un punto di partenza e un punto di arrivo, evidenziando i vari svincoli, i tempi di percorrenza e le distanze¹⁰. Google Earth non si presenta solo come un visualizzatore del globo, ma è capace di integrare dati di tipo vettoriale e raster e di accogliere al suo interno ulteriori contenuti.

Per esempio, all'interno della finestra Livelli di Google Earth è possibile attivare ulteriori temi (previa selezione) che possono essere costituiti da strade, edifici in 3D, mappe storiche, dati meteorologici, Street View oppure luoghi di interesse come alloggi, banche, ristoranti, farmacie, scuole, etc..

Si può per esempio attivare il livello Terreno 3D per caricare il modello digitale del terreno (DTM) e coglierne i rilievi oppure si possono caricare gli edifici 3D selezionando la relativa cartella nella finestra Livelli¹¹.

¹⁰ In Google Earth Pro è anche possibile effettuare delle misure di aree.

¹¹ Gli edifici 3D possono essere creati dagli utenti stessi utilizzando il software di modellazione gratuito 3D Google SketchUp. Google SketchUp è un software che consente di creare, condividere e presentare modelli 3D. SketchUp Pro offre funzionalità di esportazione del proprio lavoro in programmi CAD e di rendering <<http://sketchup.google.com/>> [Accesso: marzo 2009]

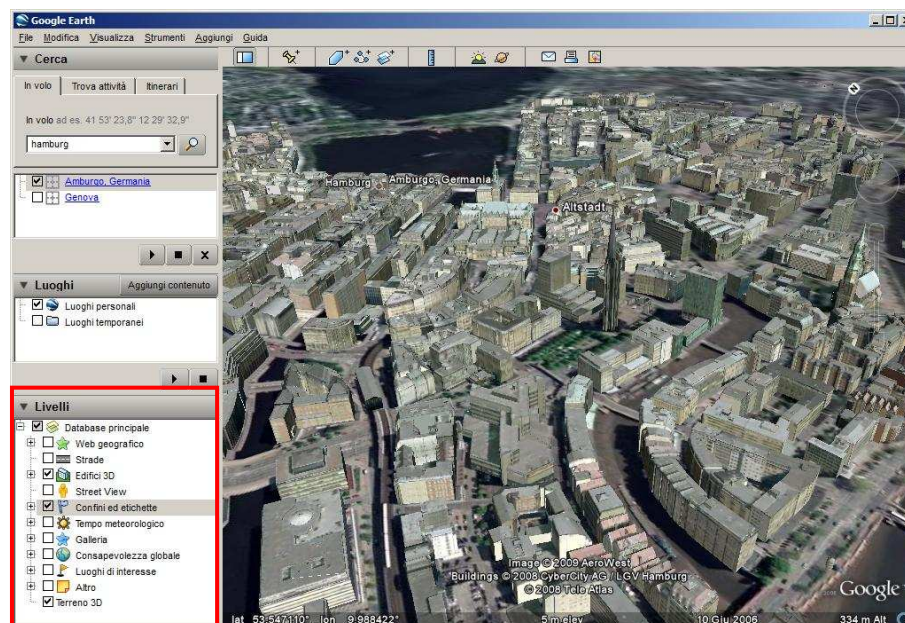


Figura 8 - Vista degli edifici di Amburgo in Google Earth.
Nel riquadro in rosso sono evidenziati i Livelli

In molti casi, cliccando sugli elementi vettoriali dei temi caricati è possibile vedere una pagina Web ridotta, chiamata balloon, in grado di visualizzare immagini, descrizioni, video e link.

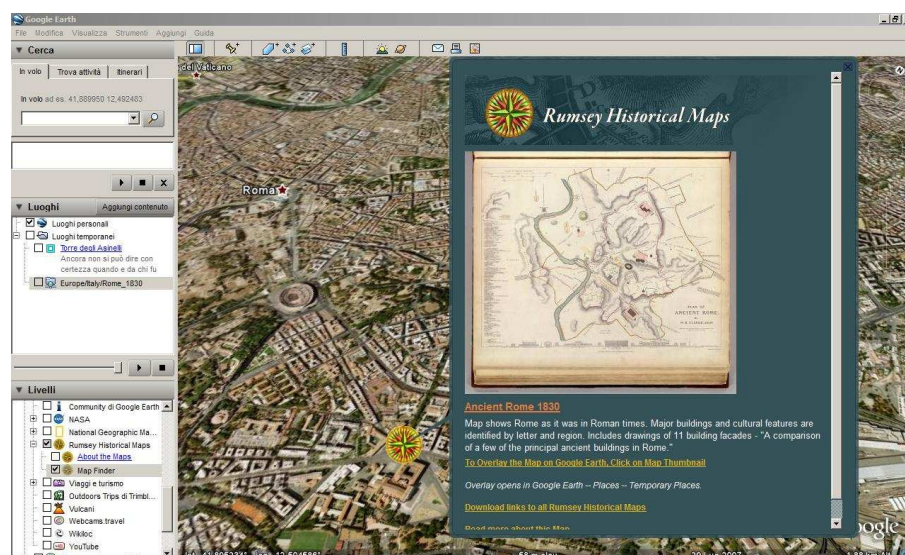


Figura 9 - Livello Rumsey Historical Maps e balloon associato al segnalibro

Oltre a visualizzare contenuti creati da altri soggetti, l'utente stesso ha la possibilità di creare una mappa con i propri dati.

Attraverso le funzioni di aggiungi segnaposto (punto), percorso (linea) o poligono è possibile disegnare sulla vista tridimensionale rispettivamente punti, polilinee e

poligoni, mentre attraverso il tasto Overlay è possibile aggiungere un'immagine e georeferenziarla.

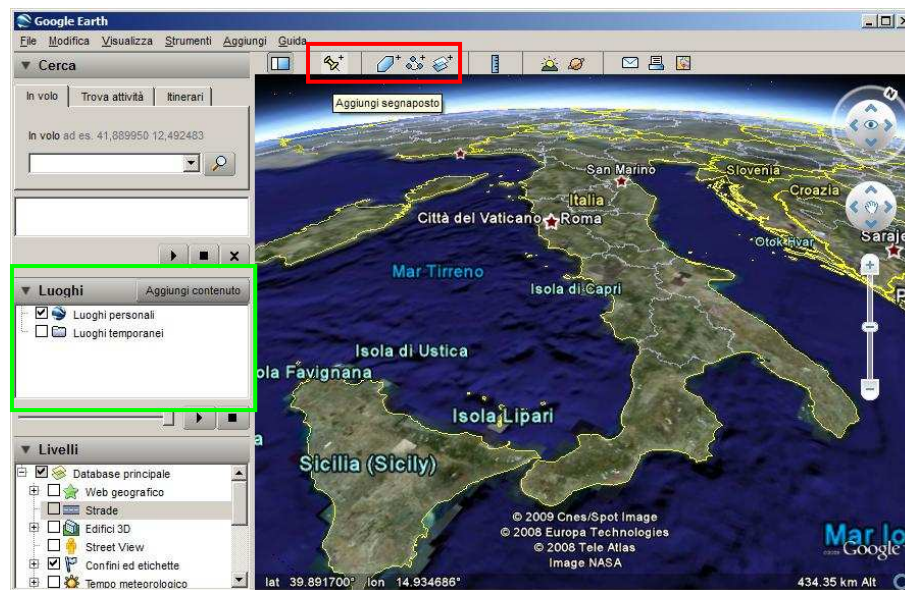


Figura 10 - Google Earth: in rosso sono evidenziati i tool per il disegno e in verde la finestra dei Luoghi

Una volta disegnati gli elementi primitivi, si può esportare il contenuto creato in file di formato kml¹² o kmz¹³.

Nella finestra Luoghi possono essere aggiunti ulteriori contenuti caricando i file kml presenti nella galleria di Google Earth.

¹² Il formato kml (Keyhole Markup Language) è il formato proprietario di Google, un formato in grammatica xml che consente la memorizzazione di caratteristiche geografiche.

¹³ Kmz è la versione compressa del file kml.

3.2.3 DIALOGO TRA I DUE STRUMENTI: FILE KML

Nonostante Google Earth e Google Maps condividano vari database di immagini satellitari e di dati vettoriali, i due strumenti si presentano alquanto diversi. Google Earth è un'applicazione client-server specializzata nella vista tridimensionale, mentre Google Maps è una applicazione Web che, come vedremo in seguito, serve da base e piattaforma per altri servizi.

Sono due strumenti diversi, ma perfettamente integrabili e dialoganti tra loro grazie all'uso del formato kml. Infatti, le mappe create con Google Earth possono essere salvate nel formato kml e importate all'interno di Google Maps così come le mappe create con Google Maps possono essere importate in Google Earth¹⁴.

Gli elementi vettoriali possono essere disegnati all'interno sia di Google Earth sia di Google Maps¹⁵, oppure in alternativa è possibile inserire direttamente gli oggetti nel codice del file kml con un editor di testo.

Per esempio, se si vuole rappresentare (senza disegnare) la torre degli Asinelli come un punto è necessario costruire un file kml così fatto¹⁶:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Torre degli Asinelli</name>
    <description>Ancora non si può dire con certezza quando e da chi fu costruita.
    L'ipotesi più recente, suffragata dalla datazione di mattoni del primo tronco
    della torre col metodo della termo-luminescenza, colloca l'inizio della
    costruzione nell'ultimo ventennio del sec. XI: un tempo di forti tensioni fra
    l'Impero ed il Papato, con partigiani delle fazioni contrapposte arroccati nelle
    proprie torri. Per Approfondire l'argomento.... F. Bocchi, Il Duecento, vol. II
    dell'Atlante storico di Bologna, a cura di F. Bocchi, Bologna
    1995</description>
    <Point>
      <coordinates>11.3467507422688,44.49417736815689,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

In dettaglio, la prima riga riporta un'intestazione xml, comune a tutti i file kml, mentre la seconda riporta una dichiarazione in kml.

La terza riga riporta il tag <Placemark> che contiene i seguenti tag al suo interno:

- un tag <name> che viene utilizzato come etichetta del punto;

¹⁴ Per importare il file kml in Google Maps è necessario, una volta effettuato il login Google, creare una nuova mappa e cliccare su Importa per importare il file kml.

Se si crea una mappa con Google Maps e si vuole visualizzarla all'interno di Google Earth è necessario selezionare "Visualizza in Google Earth" per creare in automatico il file kml.

¹⁵ Per disegnare un elemento vettoriale in Google Maps è necessario disporre di un account Google. Una volta effettuato l'accesso, è possibile aggiungere i segnaposti, i percorsi e i poligoni.

¹⁶ Per uno sguardo approfondito al codice kml si consulti la pagina

<<http://code.google.com/intl/it/apis/kml/documentation/kmlreference.html>>

[Accesso: marzo 2009]

- un tag <description> che è la descrizione che appare nel balloon allegato al punto;
- un tag <Point> che specifica la posizione del segnaposto sulla superficie terrestre (longitudine, latitudine e altitudine opzionale).

Per rappresentare una linea all'interno del tag <Placemark> occorre utilizzare il tag <LineString> in questa forma:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Linea</name>
    <description>...</description>
    <LineString>
      <coordinates>11.34635319829437,44.49378774351928,0
        11.34642384872716,44.49416504388394,0</coordinates>
    </LineString>
  </Placemark>
</kml>
```

Invece, per rappresentare un poligono si utilizza questo codice:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Poligono</name>
    <Polygon>
      <tessellate>1</tessellate>
      <outerBoundaryIs>
        <LinearRing>
          <coordinates>
            11.34665633983812,44.49414238043701,0
            11.34682610228192,44.49409365334407,0
            11.34688255943529,44.49421823705573,0
            11.34670544709934,44.49424939446556,0
            11.34665633983812,44.49414238043701,0 </coordinates>
          </LinearRing>
        </outerBoundaryIs>
      </Polygon>
    </Placemark>
  </kml>
```

dove:

- il tag <tessellate> definisce a che quota un poligono debba essere rappresentato (sul terreno, ad una certa quota, etc.);
- il tag <outerBoundaryIs> è un tag obbligatorio che dichiara l'inizio di una tag LinearRing. Nel caso si volesse disegnare un poligono con delle aree inscritte vuote è necessario inserire il tag <innerBoundaryIs>;

- il tag <LinearRing> definisce il contorno esterno del poligono ed è seguito dal tag <coordinates>.

All'interno di un file kml si può aggiungere una quarta dimensione: il tempo. Per far questo è necessario inserire tag specifici in grado di specificare la data o la durata temporale di un evento.

Se si vuole definire uno specifico momento temporale si utilizza il tag <TimeStamp>, che deve essere così fatto:

```
<Placemark>
  <name>Bologna</name>
  <TimeStamp>
    <when>2000-01-01T21:05:20Z</when>
  </TimeStamp>
</Placemark>
```

dove:

- il tag <TimeStamp> definisce l'inizio dell'evento;
- il tag <when> definisce quando è accaduto l'evento. L'evento deve essere così scritto ANNO-MESE-GIORNOTORA:MINUTI:SECONDIZ.
Tra il giorno e l'ora la lettera viene inserita la lettera T e al termine del Tempo coordinato universale (UTC) viene inserita la lettera Z.

Se invece si vuole associare all'elemento geometrico un intervallo temporale è necessario utilizzare il tag <TimeSpan>:

```
<Placemark>
  <name>Bologna</name>
  <TimeSpan>
    <begin>1831</begin>
    <end>1872</end>
  </TimeSpan>
</Placemark>
```

dove:

- il tag <TimeSpan> rappresenta un periodo;
- il tag <begin> definisce quando ha inizio l'evento e il tag <end> quando ha termine l'evento. Se si decide di non utilizzare il tag <end> viene preso come termine dell'evento la data corrente.

Per ogni elemento geometrico rappresentato è possibile associare una piccola pagina Web, detta balloon, che viene richiamata quando si clicca sull'oggetto selezionato. Per personalizzare il balloon è possibile immettere ulteriore codice nel file kml accedendo direttamente alle proprietà dell'oggetto in Google Earth oppure attraverso un editor di testo.

Nell'ambito di un lavoro di ricerca¹⁷ realizzato presso il «Centro “Gina Fasoli” per la storia delle Città» si è creato un balloon che riporta varie informazioni sulle proprietà immobiliari della Bologna medievale. Oltre alle informazioni che provengono dal database associato all'elemento geometrico, si è collegato a ciascuna risorsa varie immagini e vari link a pagine Web.

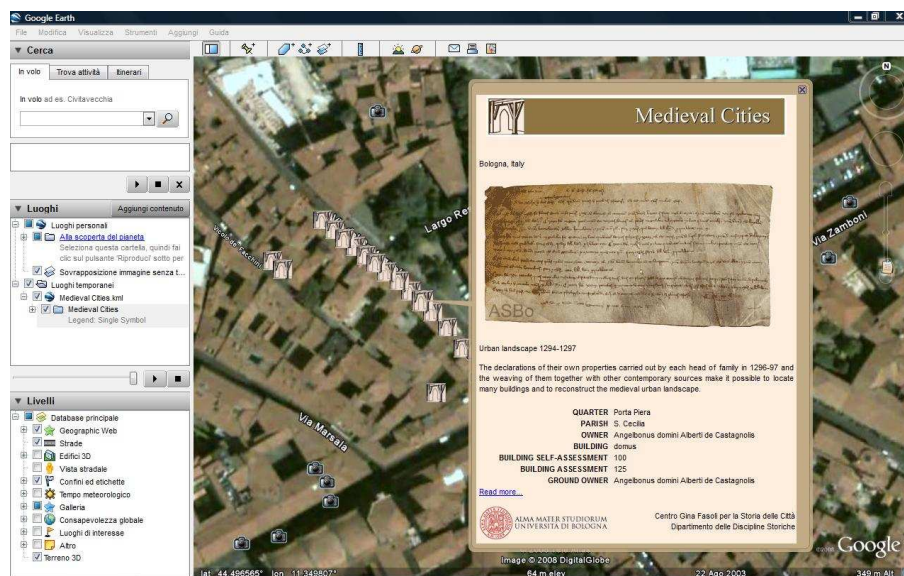


Figura 11 – Il balloon visualizzato per ogni proprietà immobiliare

Il codice immesso per poter visualizzare il balloon di un punto appare così strutturato:

```
<body align="center" bgcolor="#ffeede">
</img><br>
<p align="left">Bologna, Italy </p>
</img>
<p align="left">Urban landscape 1294-1297</p>
<p align="justify">The declarations of their own properties carried out by each
head of family in 1296-97 and the weaving of them together with other
contemporary sources make it possible to locate many buildings and to
reconstruct the medieval urban landscape.</p>
<table border=0 cellpadding=0 cellspacing=0 width=400 style="FONT-SIZE:
11px; FONT-FAMILY: Verdana, Arial, Helvetica, sans-serif;">
```

¹⁷ Tale attività rientra in un settore di ricerca più ampio che ha riguardato lo studio della fiscalità medievale a Bologna, per il quale si rimanda a R. Smura, *Città, cittadini e imposta diretta a Bologna alla fine del Duecento*, Clueb, Bologna 2007. Per alcune nuove possibilità di fruizione dei risultati della ricerca si può vedere R. Smurra, E. Paselli, *Bologna medievale, GIS e Google Earth: nuove forme di pubblicazione e fruizione per la ricerca*, in *Intelligenza Artificiale e Scienze della Vita*, 10^a Convegno dell'Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (Cagliari 11-13 settembre 2008), a cura di G. Armano, M. Schaerf, G. Semeraro, Cagliari 2008.

```
<tr><td bgcolor="#FFEEDE" align="right"><font
COLOR="#000000"><b>QUARTER</b></font></td><td bgcolor="#FFEEDE">
<font COLOR="#000000">Porta Piera</font></td></tr>
.....
.....
<a align="left" href="http://www.centrofasoli.unibo.it">Read more...</a>
<br><p><a href="http://www.unibo.it">
</p>
```

3.2.4 INTEGRAZIONE CON I DATI GIS

Google Earth e Google Maps consentono l'integrazione di dati provenienti dai GIS. Per poter leggere gli shapefile è necessario prima convertirli in file kml¹⁸.

Nell'ambito del dottorato di ricerca, si è deciso di utilizzare, fra le diverse soluzioni, l'eseguibile free shp2kml¹⁹ per la conversione degli shapefile.

Prima di far ciò, è necessario effettuare una serie di passaggi per convertire i dati dal sistema metrico UTM* ED50 al sistema geografico WGS84 (sistema questo ultimo utilizzato dal programma Google Earth).

I passaggi si possono così sintetizzare:

1. trasformazione degli shape dal sistema UTM* ED50 al sistema UTM ED50 traslando gli oggetti di 4.000.000 di metri sulla coordinata Nord;
2. conversione dello shape ottenuto dal sistema UTM ED50 al sistema metrico UTM WGS84 grazie ad un tool di conversione di ArcToolbox disponibile in ArcMap;
3. conversione dal sistema metrico UTM WGS84 al sistema geografico WGS84 grazie al tool di conversione di ArcToolbox.

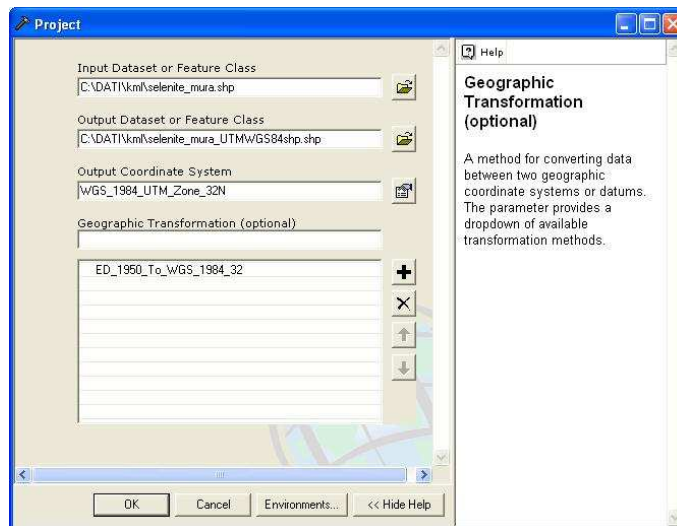


Figura 12 - La conversione tra datum diversi attraverso il tool di ArcToolbox

A questo punto, come già detto, si utilizza il software shp2kml per la conversione dei dati nel formato kml.

Il software, oltre a convertire lo shapefile in kml, permette di effettuare alcune operazioni sulle simbologie e sui campi da visualizzare nell'interrogazione dei dati.

Nella fase finale della creazione del file kml il programma richiede un nome da dare al layer e, se necessario, la descrizione del tema.

¹⁸ Fatta eccezione per Google Earth Pro e Google Earth Plus che sono in grado di importare gli shapefile.

¹⁹ Il software è scaricabile all'indirizzo <<http://www.zonums.com/shp2kml.html>> [Accesso: marzo 2009]

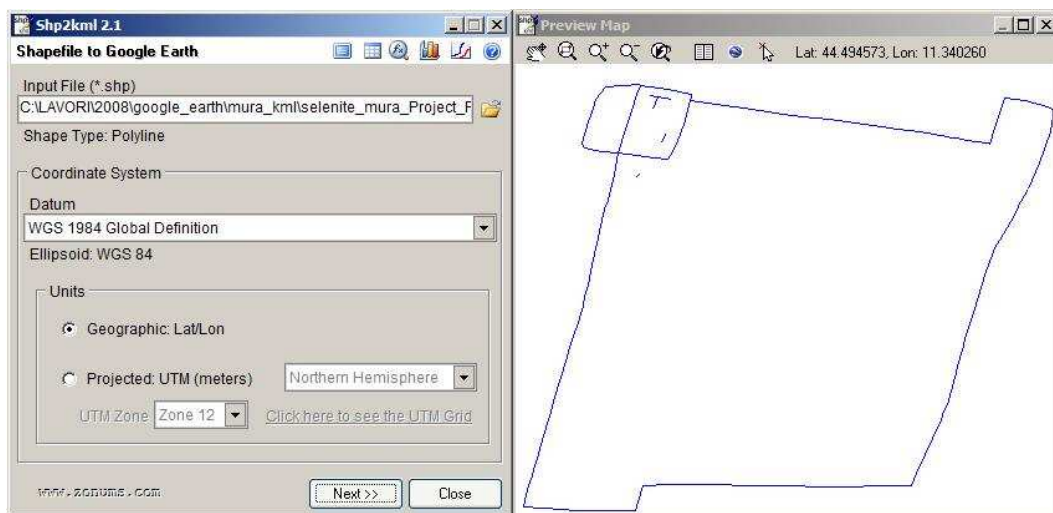


Figura 13 - Finestra di avvio del programma shp2kml

Il file kml generato può quindi esser visualizzato da Google Earth e Google Maps.

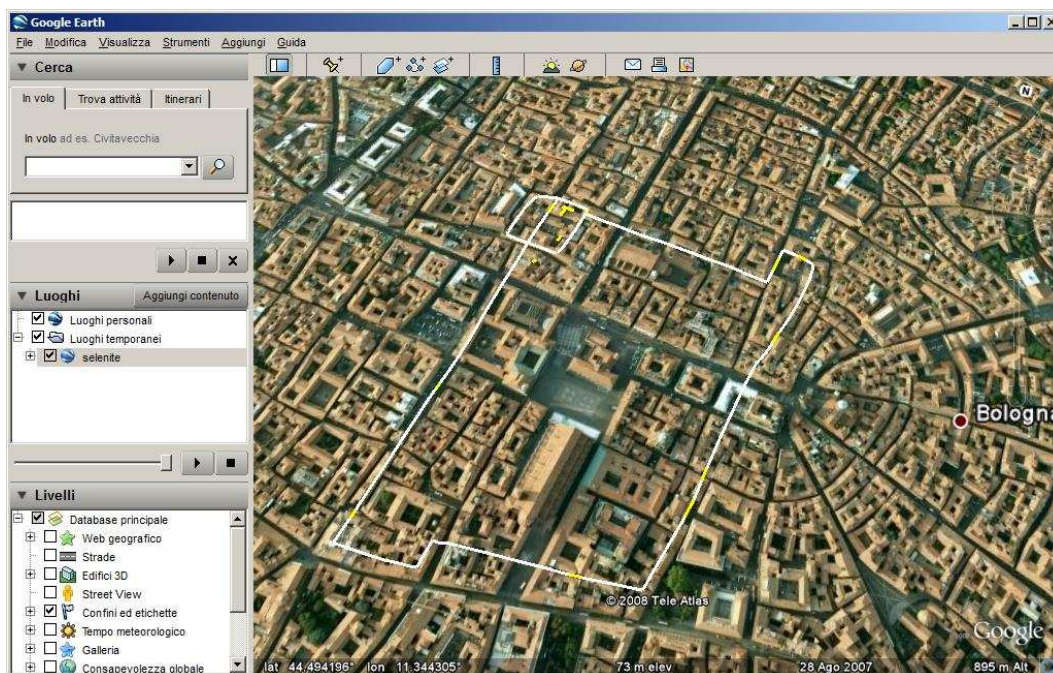


Figura 14 - Il file kml generato direttamente dallo shapefile delle mura di selenite visualizzato all'interno di Google Earth

3.2.5 PUBBLICAZIONE SU WEB DI MAPPE DAI CONTENUTI GEOGRAFICI

Dopo aver creato un file kml contenente una serie di tematismi, si può rendere il materiale disponibile e pubblicare i dati su Web in pieno spirito divulgativo e collaborativo.

3.2.5.1 GOOGLE MAPS MASHUP

La possibilità di pubblicare mappe su Web è stata resa possibile da quando Google ha pubblicato le sue API²⁰. Da quel momento sono nate sul Web una serie di applicazioni chiamate map mashup che usano Google Maps come piattaforma e ad essa collegano dati provenienti da ogni genere di database (per esempio immagini da Flickr, video da YouTube, etc.).

In pratica, la grande novità offerta da Google è stata quella di permettere un collegamento tra elementi geometrici georeferenziati sulla mappa e dati di qualsiasi tipo (immagini, video, documenti, etc.) in modo da creare un unico sistema e un'unica applicazione visualizzabile nella propria pagina Web.

Quello che serve per creare un mashup Google è conoscere il linguaggio html e JavaScript.

Per poter creare un map mashup e quindi pubblicare le proprie mappe su Internet si possono utilizzare più metodi.

Uno di questi è utilizzare la funzione “Le mie mappe” presente in Google Maps, che non è altro che un mashup molto semplice.

Per utilizzare la funzione è necessario avere un account Google e, una volta effettuato il login, è possibile disegnare sulla mappa un segnaposto, una linea o una forma (rispettivamente un punto, una linea o un poligono). Ad ogni elemento può essere associata una foto, un video o un collegamento ad un'altra pagina Web semplicemente includendo nella finestra delle informazioni il link alla risorsa²¹.

²⁰ API è l'acronimo di Application Program Interface, una serie di routines basate su librerie che estendono le funzioni del linguaggio di programmazione.

²¹ Per costruire una mappa in Google Maps con la funzione “Le mie mappe” è importante che l'immagine o il video da collegare siano risorse presenti su Web e non siano su un pc in locale.

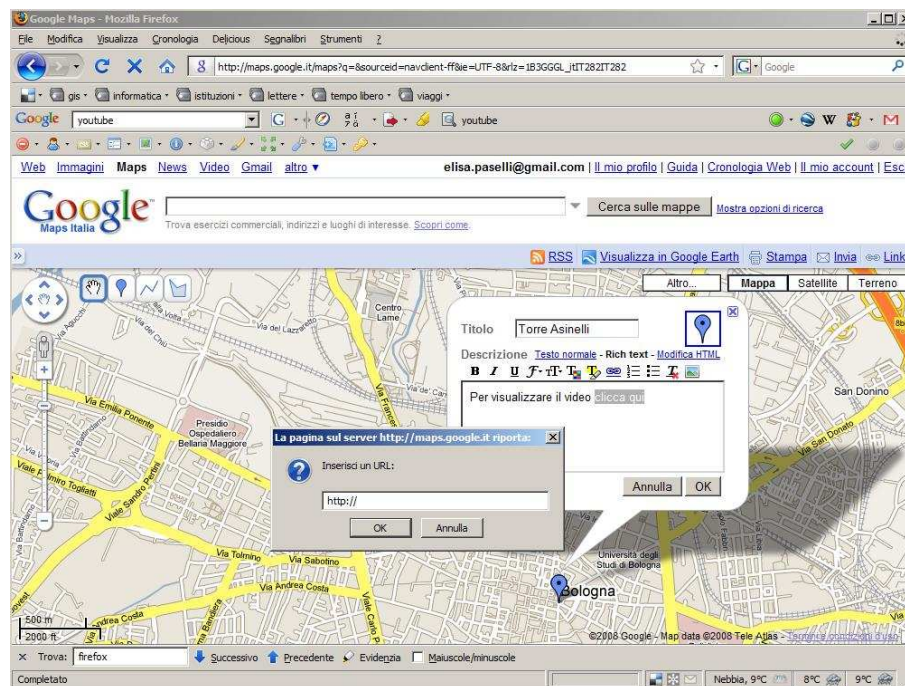


Figura 15 – La funzione “Le mie mappe” di Google Maps

La mappa può essere già condivisa²² e modificata da altri utenti, mandando per email o con un instant messenger il collegamento alla mappa creata, che risiede sui server Google.

Se si vuole, invece, inglobare la mappa in una propria pagina Web è necessario includere in essa il corrispondente codice html fornito da Google.

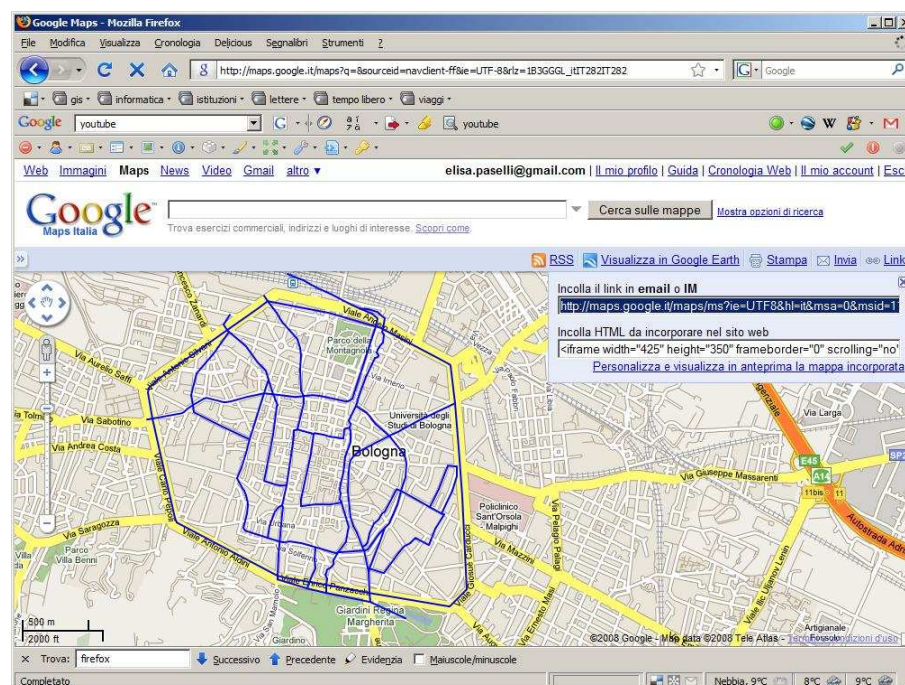


Figura 16 – Il tematismo creato dallo shapefile delle acque di Bologna in Google Maps

²² La pubblicazione della mappa può essere pubblica, quindi visibile a tutti gli utenti, oppure privata.

Un altro metodo per includere in un sito Web una mappa Google Maps è quello di utilizzare Google Maps API²³, strumento di sviluppo che permette di aggiungere alla mappa Google altri elementi grafici. Per usare Google Maps API è necessario avere un account Google e chiedere una chiave API (API Key)²⁴. Una volta ottenuta la licenza da Google, si può procedere alla creazione della mappa. Si crea quindi una pagina html in cui verranno inclusi 3 blocchi di codice JavaScript.

Un blocco sarà contenuto nel tag head del documento html e gli altri due nel tag body.

In particolare nell'head andrà posizionato il seguente blocco di codice per far funzionare due script all'interno del sito Web:

```
<script
src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&key=APIKEY"
type="text/javascript">
</script>
<script type="text/javascript">
//

function load() {
if (GBrowserIsCompatible()) {
var map = new GMap2(document.getElementById("map"));
map.setCenter(new GLatLng(LATITUDE, LONGITUDE), ZOOM);
}
}

//]]&gt;
&lt;/script&gt;</pre></div><div data-bbox="185 606 236 622" data-label="Text"><p>dove:</p></div><div data-bbox="215 624 862 709" data-label="List-Group"><ul><li>• al posto dell'APIKEY è necessario inserire il codice rilasciato da Google;</li><li>• al posto di LATITUDE e LONGITUDE è necessario inserire i valori esatti di latitudine e longitudine del punto centrale della mappa che si vuole visualizzare all'interno del sito;</li><li>• ZOOM è un valore di zoom della mappa che va da 0 a 17.</li></ul></div><div data-bbox="185 724 862 758" data-label="Text"><p>Nel tag &lt;body&gt; è invece necessario aggiungere gli eventi onload e unload come mostrato di seguito:</p></div><div data-bbox="185 773 590 790" data-label="Text"><pre>&lt;Body onload="load()" onunload="GUnload()"&gt;</pre></div><div data-bbox="185 805 862 839" data-label="Text"><p>e inserire all'interno del tag Body del documento la seguente linea per includere la mappa al documento html:</p></div><div data-bbox="185 866 654 883" data-label="Footnote"><hr/><p><sup>23</sup> &lt;<a href="http://code.google.com/intl/it/apis/maps/">http://code.google.com/intl/it/apis/maps/</a>&gt;[Accesso: marzo 2009]</p></div><div data-bbox="185 880 755 897" data-label="Footnote"><p><sup>24</sup> L'API Key è un codice alfanumerico che identifica univocamente la pagina Web.</p></div><div data-bbox="820 936 862 954" data-label="Page-Footer"><p>117</p></div>
```

```
<div id="map" style="width: 500px; height: 300px"></div>
```

dove

- width definisce la larghezza della mappa;
- height definisce l'altezza della mappa.

Per aggiungere dei punti nella mappa realizzata è necessaria la seguente linea di codice dopo la linea `map.setCenter`:

```
var point = new GLatLng(LATITUDE, LONGITUDE);  
map.addOverlay(new GMarker(point));
```

oppure se si decide di utilizzare elementi grafici che sono già contenuti in un file kml bisogna includere nell'header il blocco di codice che segue come ultima riga della funzione `load`:

```
var geoXml = new GGeoXml("URL");  
map.addOverlay(geoXml);
```

dove con URL si intende il link al file kml. Link che necessariamente può portare solo ad un server e non può essere in locale.

Quindi per creare una mappa che contenga un punto è necessario scrivere in un file html le seguenti linee di codice:

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"  
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">  
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml">  
<head>  
<script  
src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&key=APIKEY"  
type="text/javascript">  
</script>  
  
<script type="text/javascript">  
//<br/>function load() {<br/>if (GBrowserIsCompatible()) {<br/>var map = new GMap2(document.getElementById("map"));<br/>map.setCenter(new GLatLng(44.4915325228, 11.3402453516), 12);<br/>var point = new GLatLng(44.4915325228, 11.3402453516)<br/>map.addOverlay(new GMarker(point));<br/>}<br/>}<br/>//]]&gt;<br/>&lt;/script&gt;<br/>&lt;/head&gt;<br/>&lt;body onload="load()" onunload="GUnload()"&gt;</pre></div><div data-bbox="820 936 862 955" data-label="Page-Footer"><p>118</p></div>
```



```
<div id="map" style="width: 500px; height: 300px"></div>
</body>
```

e il browser restituirà la seguente immagine.

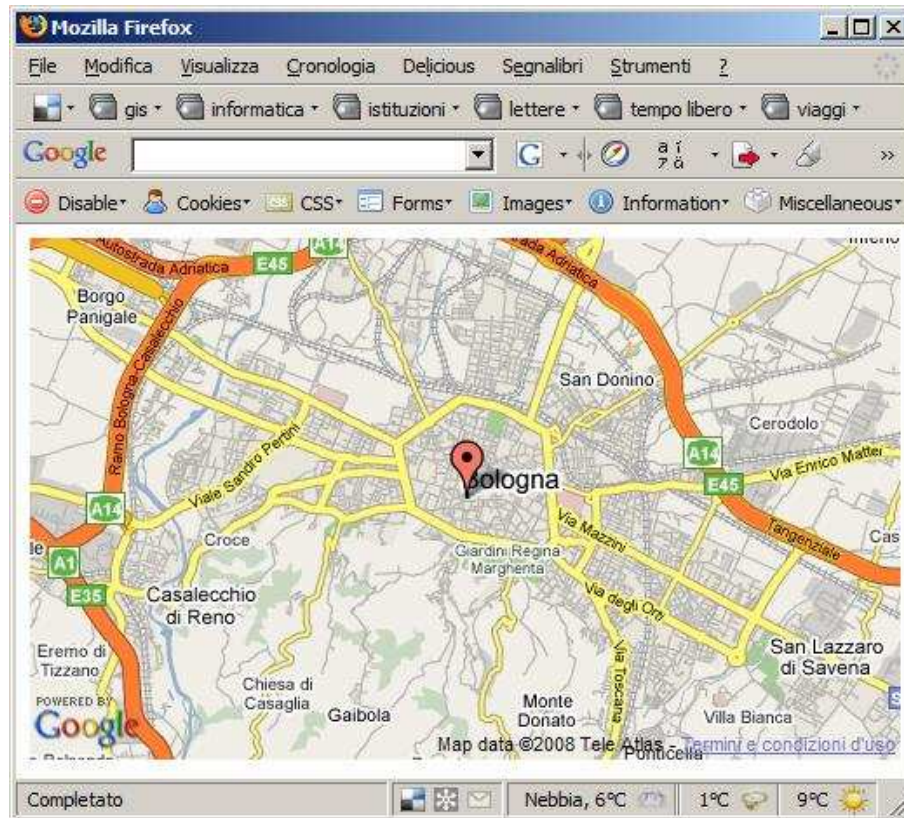


Figura 17 - Utilizzo di Google Maps API

3.2.5.2 GOOGLE MAPS MASHUP E TIMELINE

Come si è detto Google Maps è un'ottima piattaforma capace di accogliere ulteriori dati e accedere così velocemente a più risorse contemporaneamente.

Nell'ambito del dottorato di ricerca in Storia e Informatica, in previsione di pubblicare dati su Web, è nata l'esigenza di rappresentare, oltre ad una mappa e quindi alle coordinate x, y, z dei suoi elementi, un'ulteriore dimensione: il tempo.

Per far questo, si è deciso di sperimentare la creazione di una pagina Web che contenga Google Maps e lo strumento Timeline del progetto SIMILE²⁵ (Semantic Interoperability of Metadata and Information in unLike Environments).

Timeline è una DHTML in base AJAX che aiuta a comprendere gli eventi che si sono susseguiti nella storia grazie alla navigazione della linea del tempo.

Il tempo può essere misurato in secondi, minuti, ore, giorni fino ad arrivare alle ere.

Nella pagina html il tag head deve contenere i seguenti script:

²⁵ <<http://simile.mit.edu/timeline/>>[Accesso: marzo 2009]

```

<html>
  <head>
    <script src="http://simile.mit.edu/timeline/api/timeline-api.js"
    type="text/javascript"></script>
    <script type="text/javascript">
      function onLoad() {
        var eventSource = new Timeline.DefaultEventSource();
        var bandInfos = [
          Timeline.createBandInfo({
            eventSource: eventSource,
            date: "Jun 28 1218 00:00:00 GMT",
            width: "70%",
            intervalUnit: Timeline.DateTime.DECADE,
            intervalPixels: 200
          }),
          Timeline.createBandInfo({
            showEventText: false,
            trackHeight: 0.5,
            trackGap: 0.2,
            eventSource: eventSource,
            date: "Jun 28 1218 00:00:00 GMT",
            width: "30%",
            intervalUnit: Timeline.DateTime.CENTURY,
            intervalPixels: 100
          })
        ];
        bandInfos[1].syncWith = 0;
        bandInfos[1].highlight = true;

        tl = Timeline.create(document.getElementById("my-timeline"), bandInfos);
        Timeline.loadXML("San_Domenico.xml", function(xml, url) {
          eventSource.loadXML(xml, url);
        });
      }
    </script>
  </head>
  ...
</html>

```

dove sono definite due timeline, la prima a cadenza decennale (Timeline.DateTime.DECADE), la seconda a cadenza centennale (Timeline.DateTime.CENTURY). L'attributo "width" all'interno delle timeline indica la larghezza della banda. All'interno dell'html è incluso un file in formato xml che contiene i parametri che definiscono quando inizia e quando finisce un evento²⁶, oltre che i link ad altre pagine Web.

²⁶ Il file xml è così fatto:

```

<data>
<event start="Aug 02 1200 00:00:00 GMT" title="Nome" link="http://"></event>
</data>

```

All'interno del tag <body> si deve, invece, includere il tag div e l'evento onLoad:

```
<body onload="onLoad();" onresize="onResize();">
<div id="my-timeline" style="height: 150px; border: 1px solid #aaa"></div>
</body>
</html>
```

Ciò che il browser restituisce è la seguente pagina Web.

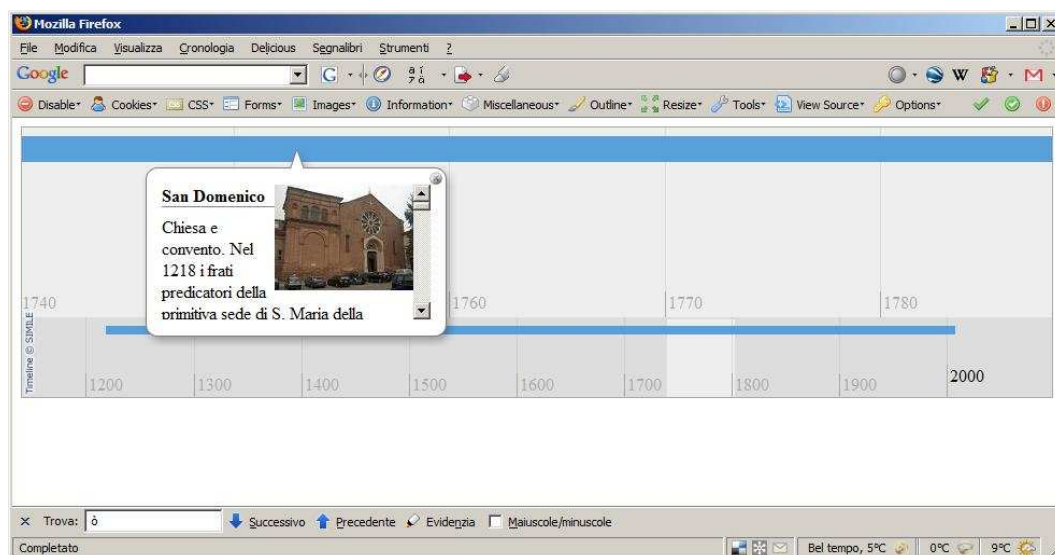


Figura 18 - Esempio del funzionamento di Timeline. A corredo della linea temporale, facendo un click sulla linea, si presenta un balloon con informazioni tratte da Atlante storico di Bologna

Si pensi ai molteplici sviluppi che può avere questo strumento. Per esempio, si possono costruire timeline che permettano di cogliere subito a colpo d'occhio la biografia di un personaggio famoso, una battaglia importante, la storia di una città, etc. accedendo direttamente a più risorse digitali come immagini, documenti, video, etc. semplicemente agendo con un click del mouse.

Inoltre, mettendo insieme il progetto Timeline con la mappa di Google Maps, con un semplice click del mouse, si possono avere ulteriori benefici. Infatti, l'uso dei due strumenti consente l'esplorazione geografica e temporale degli oggetti messi a sistema.

Per far questo, è necessario creare una pagina html che contiene nell'head lo script di Google Maps e lo script di TimeMap²⁷:

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
```

²⁷ TimeMap è una libreria JavaScript che facilita l'uso integrato di Google Maps e del progetto Timeline. La libreria permette di caricare un dataset kml sia nella mappa che nella timeline simultaneamente. Vorrei qui ringraziare Nick Rabinowitz, uno degli sviluppatori di TimeMap, che mi ha fornito supporto per l'elaborazione di una pagina Web con Google Maps e Timeline.

```

<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
<title>Bologna in the History</title>
<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2"
  type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript" src="http://simile.mit.edu/timeline/api/timeline-
api.js"></script>
<script src="../timemap.js" type="text/javascript"></script>

```

oltre al seguente blocco di codice:

```

<script type="text/javascript">
var tm;
function onLoad() {
  tm = timemapInit({
    mapId: "map",          // Id of map div element (required)
    timelineId: "timeline", // Id of timeline div element (required)
    datasets: [
      {
        title: "Bologna in the History",
        theme: TimeMapDataset.brownTheme({eventIconPath: '../images/'}),
        data: {
          type: "kml",    // Data to be loaded in KML - must be a local URL
          url: "mura_bologna.kml" // KML file to load
        }
      }
    ],
    bandInfo: [
      {
        date:      "Jun 28 500 00:00:00 GMT",
        width:      "75%",
        intervalUnit: Timeline.DateTime.DECADE,
                    intervalPixels: 50
      },
      {
        date:      "Jun 28 500 00:00:00 GMT",
        width:      "25%",
        intervalUnit: Timeline.DateTime.CENTURY,
                    intervalPixels: 100,
        showEventText: false,
        trackHeight: 0.2,
        trackGap:    0.2
      }
    ]
  });
}
</script>
<link href="examples.css" type="text/css" rel="stylesheet"/>
<style>

```



```
div#timelinecontainer, #timeline { height: 110px; }
div#mapcontainer, #map { height: 400px; }
</style>
</head>
```

dove è indicata la posizione del file kml da caricare nella mappa e dove inizia la linea del tempo, oltre alle indicazioni delle due timeline.

Nel body, invece, devono essere contenuti i due tag <div> che dicono al browser dove inserire gli elementi:

```
<body onload="onLoad();" onunload="GUnload();">
<div id="timemap">
  <div id="timelinecontainer">
    <div id="timeline"></div>
  </div>
  <div id="mapcontainer">
    <div id="map"></div>
  </div>
</div>
</body>
</html>
```

Ciò che il file html restituisce è una pagina Web navigabile lungo la linea del tempo e geograficamente.

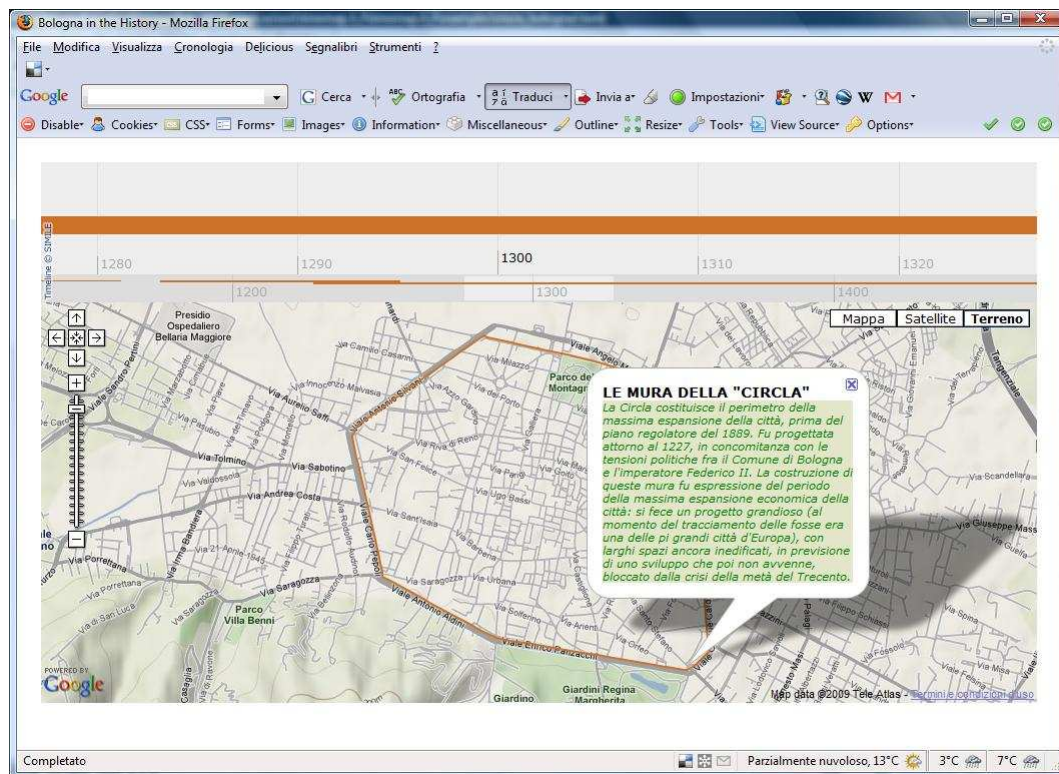


Figura 19 - Integrazione della linea del tempo in Google Maps

3.2.5.3 LA PIATTAFORMA GOOGLE EARTH

Per poter pubblicare e visualizzare i propri dati con Google Earth è sufficiente caricare il file kml sulla propria pagina Web in modo che un qualsiasi utente che abbia installato Google Earth, dopo aver eseguito un download del file kml, possa visualizzare il suo contenuto sul proprio pc. Altrimenti si può decidere di pubblicare su Web i contenuti nella galleria di Google Earth o all'interno della vetrina di Google Earth per il sociale (in questo ultimo caso i contenuti devono essere sottoposti ad una valutazione ed eventualmente accettati), in modo da condividerli e renderli disponibili ad un bacino di utenza più ampio.

Da poco tempo anche Google Earth, come Google Maps, può essere integrato nel browser, e questo permetterà la creazione di nuovi mashup con viste tridimensionali.

Google ha rilasciato un plugin²⁸ che permette di aggiungere alle pagine Web le funzioni già viste nell'applicazione desktop:

- visualizzazione 3D della superficie terrestre e degli edifici con controllo della visualizzazione;
- inserimento di elementi tridimensionali come punti, linee e poligoni;
- switch tra la visione della Terra e del Cielo (galassia, pianeti, stelle, etc.);
- apertura di file kml.

L'intento di Google è quello di poter avere per Google Earth lo stesso successo che ha avuto Google Maps come mashup e come base per le applicazioni.

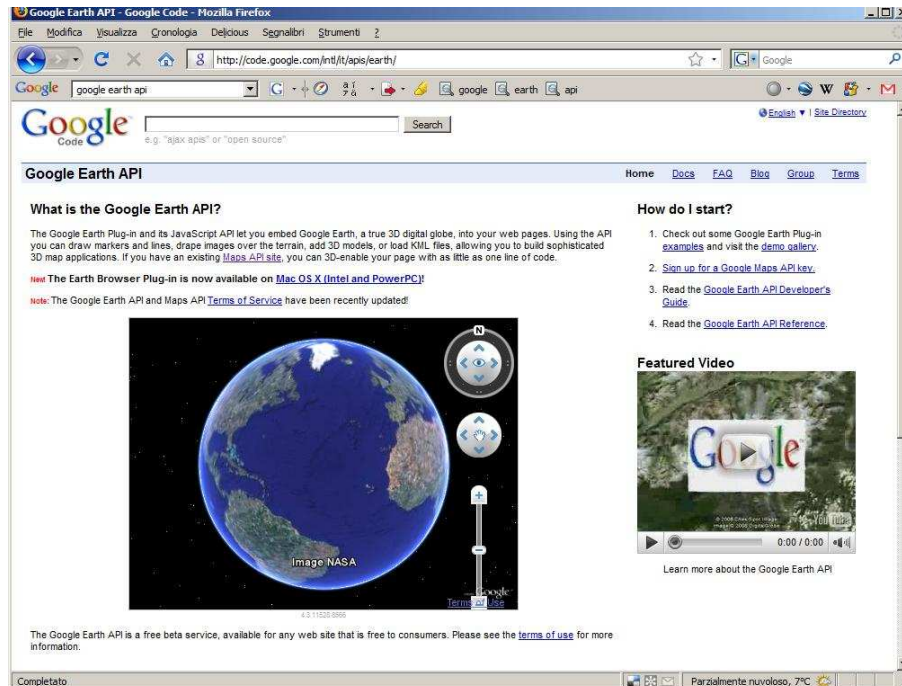


Figura 20 - Google Earth integrato nella pagina Web

²⁸ <<http://code.google.com/intl/it/apis/earth/>> [Accesso: marzo 2009]

3.3 ALTRI VISUALIZZATORI PROPRIETARI

Nella rete sono disponibili altri servizi cartografici on-line che permettono una implementazione delle mappe sulla propria pagina Web: Yahoo Maps e Live Search Map di Microsoft.

La cartografia presente in Yahoo Local Maps²⁹ risulta essere un po' più carente di quella di Google Maps: in alcuni casi, come per esempio nelle città italiane, mancano i nomi delle strade e la possibilità di effettuare una ricerca sulle le attività commerciali.

Alcune funzioni interessanti in Yahoo sono per esempio un livello informativo che mostra il senso di marcia delle strade e lo strato informativo riguardante il traffico stradale (questo ultimo è uno strumento presente solo per le città statunitensi, come del resto accade per Google Maps).

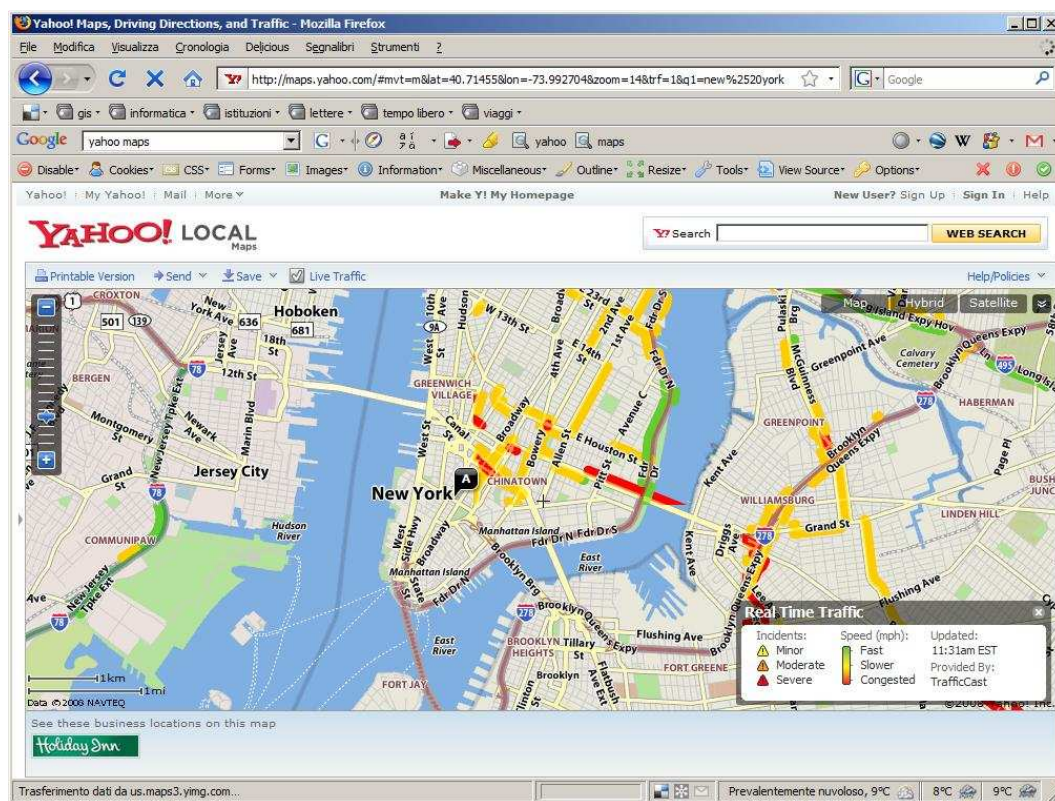


Figura 21 – Yahoo Local Maps

Microsoft offre il servizio Live Search Map³⁰ per la visualizzazione delle mappe stradali e di foto aeree. Ha un'interfaccia user-friendly e molto pulita. Oltre alle funzioni di navigazione molto simili a Google Maps, Live Saerch Map fornisce la possibilità di “vista ravvicinata” del territorio (Bird's Eyes) che consente la visione delle facciate degli edifici.

²⁹ <<http://maps.yahoo.com/>> [Accesso: marzo 2009]

³⁰ <<http://maps.live.it/>> [Accesso: marzo 2009]

Integrata nel sistema vi è la possibilità di visualizzare il globo terrestre (previa installazione di plugin) in un unico ambiente senza dover passare ad un secondo applicativo. Il database dei luoghi di interesse è carente (per quanto riguarda l'Italia e ancora non è in grado di competere con Google Maps).

Yahoo Local Maps e Live Search Map permettono, come Google, l'elaborazione e la condivisione di mappe con altri utenti e consentono di implementarle in una pagina html con mashup.

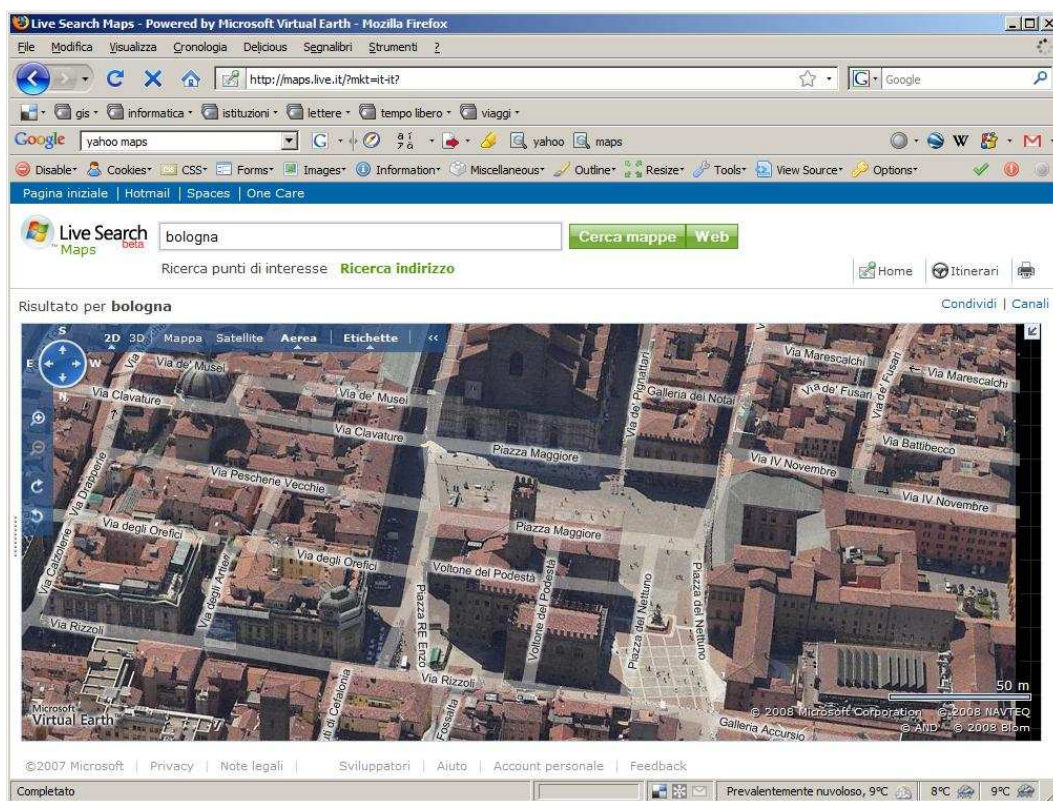


Figura 22 – Live Search Map

3.4 UN WEB MAPPING OPEN SOURCE: OPENLAYERS

Si è visto come i tool Google sono dei prodotti molto potenti che permettono e danno agli utenti strumenti in grado di divulgare le informazioni.

L'aspetto negativo di questi strumenti è che sono proprietari, con una licenza che comporta una restrizione d'uso. L'uso degli strumenti Open Source, come sappiamo, non prevede alcuna limitazione d'utilizzo, ecco perché si è sperimentato l'uso di OpenLayers³¹ per divulgare le informazioni storiche su Web.

OpenLayers è un'API JavaScript in grado di accedere a molteplici fonti di dati, tra cui anche dati GIS e cartografie Yahoo Local Maps, Google Maps e Live Search Map. OpenLayers non richiede alcuna installazione, né lato client né lato server, e permette la creazione di applicazioni Web Mapping che possono essere semplici o molto complesse.

Per generare una mappa molto semplice all'interno del proprio sito Web e creare un mashup è necessario includere nella pagina html uno script che richiami il JavaScript OpenLayers:

```
<script type="text/javascript"
  src="http://www.openlayers.org/api/OpenLayers.js">
```

e uno script che carichi le mappe di base:

```
<script type="text/javascript">
var lon = 5;
var lat = 40;
var zoom = 5;
var map, layer;
function init(){
  map = new OpenLayers.Map( 'map' );
  layer = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
    "http://labs.metacarta.com/wms/vmap0",
    { layers: 'basic' } );
  map.addLayer(layer);

  map.setCenter(new OpenLayers.LonLat(lon, lat), zoom);
  map.addControl(
    new OpenLayers.Control.LayerSwitcher()
  );
}
</script>
```

Successivamente, si aggiunge all'interno del tag body l'evento onload

```
<body onload="init()">
```

³¹ <http://openlayers.org/> [Accesso marzo 2009]

e un tag div all'interno del tag body per dire al programma dove collocare la mappa:

```
<div id="map"></div>
```

Se non si vogliono creare fogli di stile si può inserire il tag style così fatto:

```
<style type="text/css">
#map {
    height: 200px;
    border: 1px solid white;
}
</style>
```

dove si dice al browser di quanto deve essere alta la mappa e di che spessore è il suo bordo.

Per visualizzare lo shapefile³² delle acque di Bologna con OpenLayers è necessario inserire il seguente codice nel file html:

```
1  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
2  <head>
3  <title>Le acque di Bologna</title>
4  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8">
5    <link rel="stylesheet" href="../theme/default/style.css" type="text/css" />
6    <link rel="stylesheet" href="../theme/default/framedCloud.css"
7    type="text/css" />
8    <link rel="stylesheet" href="style.css" type="text/css" />
9
10   <script src="../lib/OpenLayers.js"></script>
11
12   <script src="../lib/OpenLayers.js"></script>
13   <script type="text/javascript">
14     var lon = 5;
15     var lat = 40;
16     var zoom = 5;
17     var map, layer;
18     function init(){
19       map = new OpenLayers.Map('map');
20       layer = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
21         "http://labs.metacarta.com/wms/vmap0", {layers: 'basic'} );
22       map.addLayer(layer);
23       map.addLayer(new OpenLayers.Layer.GML("KML",
24         "rete_idrica_wgs84_Project.kml",
25         {
26           format: OpenLayers.Format.KML,
27           formatOptions: {
```

³² Lo shapefile delle acque di Bologna è stato descritto nel Capitolo 2 alla pagina 87.

```

28         extractStyles: true,
29         extractAttributes: true
30     }
31 });
32     map.zoomToExtent(new
33 OpenLayers.Bounds(11.2904391,44.522809,11.385207,44.475782));
34     }
35 </script>
36 </head>
37 <body onload="init()">
38     <h1 id="title">Le acque di Bologna</h1>
39     <div id="tags"></div>
40     <p id="shortdesc">
41 </p>
42     <div id="map" class="mappa">
43     <div id="docs"></div>
44 </body>
45 </html>

```

dove alla linea 24 è stato inserito il collegamento al file kml precedentemente creato.

La pagina html così fatta restituisce nel browser la seguente immagine.

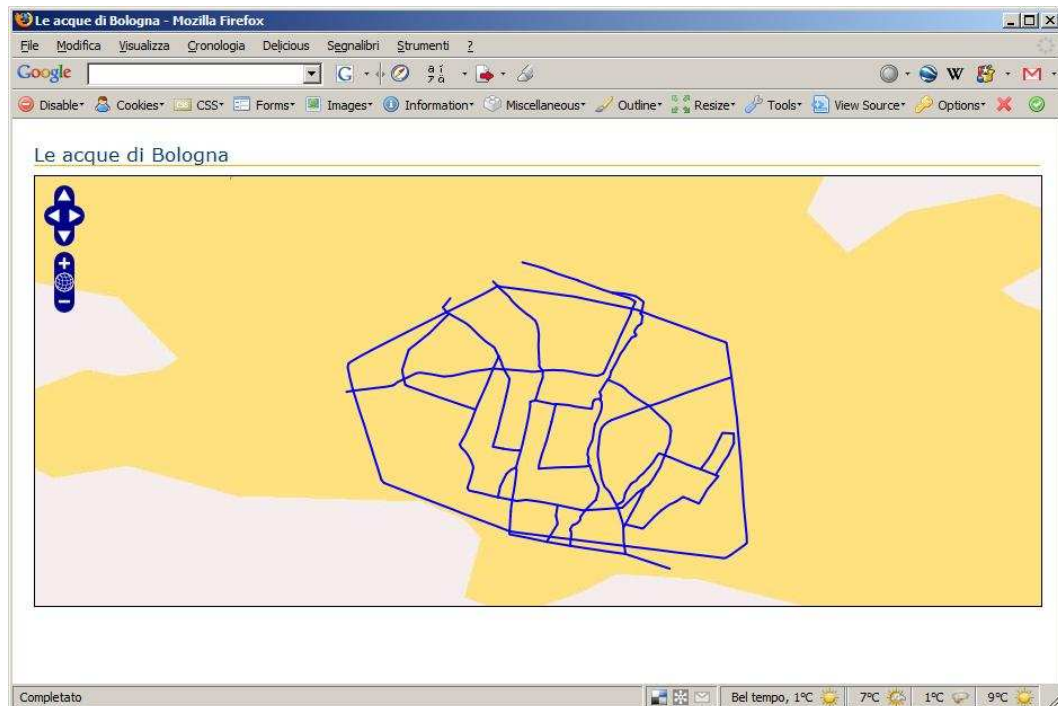


Figura 23 - OpenLayers: i corsi d'acqua

La grande potenzialità di OpenLayers è la possibilità di caricare dati cartografici da diverse fonti (dalle mappe di Yahoo alle mappe di OpenStreetMap, sino a collegarsi a servizi WMS e WFS in grado di restituire dati da vari server), come si può apprezzare dall'immagine seguente.

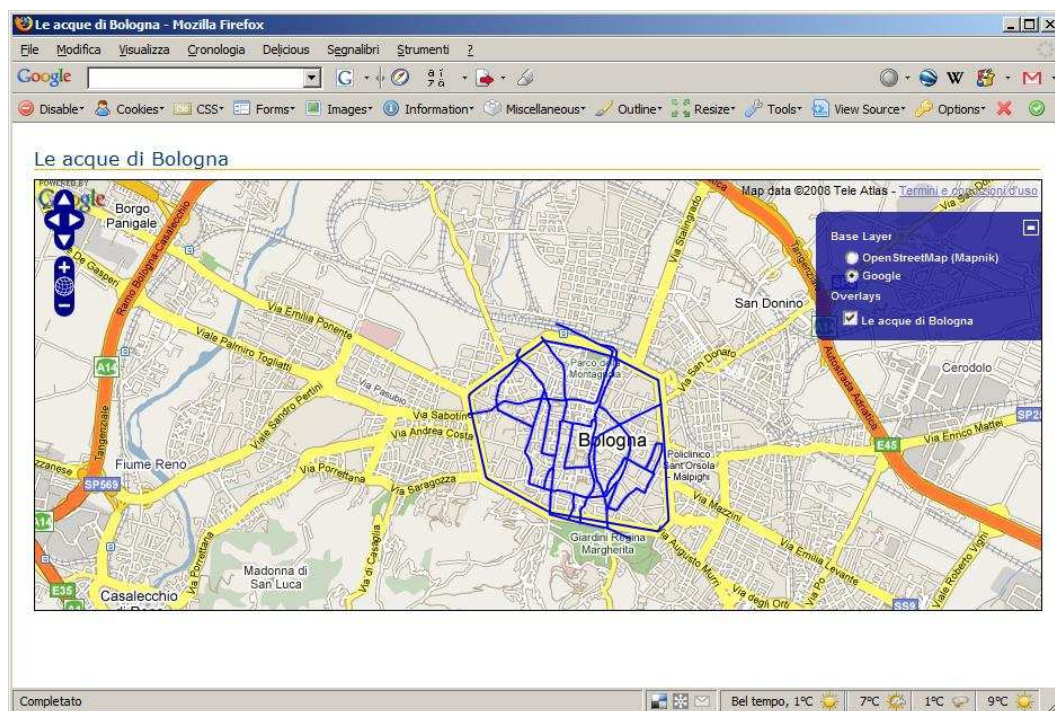


Figura 24 - OpenStreetMap e le mappe di Google Maps come base cartografica

Naturalmente più si vuole creare una pagina Web personalizzata, includendo per esempio strumenti di disegno “collaborativi”, più è necessario conoscere il linguaggio di programmazione JavaScript. Questo significa che aumenta la difficoltà di costruzione della pagina Web, ma allo stesso tempo si ottiene uno strumento di navigazione completo in grado di accedere a più basi cartografiche e capace di coinvolgere gli altri utenti nella costruzione di contenuti di carattere geografico.

CAPITOLO 4

CAPITOLO 4

LA PUBBLICAZIONE DEI DATI SU INTERNET: IL WEBGIS

4.1 PREMESSA

Abbiamo visto come i visualizzatori territoriali descritti nel Capitolo 3 siano un ottimo mezzo per divulgare e condividere le informazioni geografiche. Questi servizi sono chiamati Web Mapping e consentono ad un utente medio la diffusione dei propri contenuti e ai programmatori la creazione di mashup dalle funzionalità più complesse.

Accanto ai Web Mapping, che sono cresciuti sensibilmente con il diffondersi dei prodotti della famiglia Google (Google Maps e Google Earth), vi sono i servizi WebGIS¹. I WebGIS chiamati così perché la loro interfaccia contiene diversi strumenti come query e zoom sui layer, stampa, etc. simili a quelli presenti nei GIS tradizionali.

Che servizio è preferibile utilizzare tra WebGIS e Web Mapping?

Non c'è una vera risposta a questa domanda se non sottolineare che sono due servizi distinti che portano entrambi ad una larga diffusione dei contenuti di carattere geografico.

Il Web Mapping è un servizio che mostra un'interfaccia più semplice ed è facile da creare, mentre il WebGIS ha un'architettura molto più complessa.

Il WebGIS è, oggi, sicuramente un servizio molto più completo in grado di far esplorare più layer e strati tematici, ma non è escluso che vi sia un'evoluzione del Web Mapping in tal senso nei prossimi anni visto che il mondo dell'informatica si evolve rapidamente.

Nelle prossime pagine viene presentata la creazione del WebGIS delle informazioni storiche, descritte nel Capitolo 2, dando un'occhiata ai due ambienti di sviluppo utilizzati: MapServer e Chameleon.

È stato scelto di utilizzare questi due ambienti perché, essendo due progetti Open Source, offrono la possibilità di personalizzare il proprio servizio e consentono la modifica dei codici sorgente; il tutto ad un costo nullo.

¹ B. Plewe, *Web cartography in the United States* in "Cartography and Geographic Information Science", vol. 34, n. 2, 2007. <http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-31811001_ITM> [Accesso: marzo 2009]

4.2 MAPSERVER E LA SUA ARCHITETTURA

MapServer² è un ambiente di sviluppo Open Source scritto in C che dà la possibilità, attraverso il Web, di esplorare dinamicamente una mappa e interrogare i dati cartografici in essa contenuti. MapServer è il software più conosciuto e diffuso tra i software WebGIS Open Source.

Inizialmente sviluppato dall'Università del Minnesota nell'ambito di un progetto in collaborazione con la NASA e il MNDNR (Minnesota Department of Natural Resources), oggi MapServer è un progetto OSGeo³ ed è mantenuto da un numero cospicuo di sviluppatori sparsi in tutto il mondo. .

Le caratteristiche principali di MapServer si possono così riassumere:

- supporto alla visualizzazione e alle query di dati raster, dati vettoriali e database;
- installabilità su vari sistemi operativi (Windows, Linux, Mac OS X, etc.);
- supporto di vari linguaggi e ambienti di sviluppo (PHP, Python, Perl, Ruby, Java, .NET);
- proiezioni “on the fly” dei dati;
- rendering di alta qualità;
- possibilità di personalizzazione dei dati in output;
- disponibilità di varie applicazioni “pronte all'uso”, come Chameleon, PMapper, CartoWeb, MapBender che rendono più semplice la creazione di pagine Web.

Per capire meglio come funziona MapServer analizziamo la sua architettura.

Il sistema è costituito da un server, su cui è montato MapServer, collegato alla rete e connesso a vari utenti.

Un ipotetico utente visualizza sul suo browser (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, etc.) un template html in cui deve essere rappresentata una mappa. La generalizzazione della mappa avviene attraverso l'interrogazione al Web Server che ne richiede l'elaborazione al programma CGI (Common Gateway Interface). Il CGI, sulla base dei parametri contenuti nel template e nel file map, restituisce una mappa all'utente in base alla richiesta.

² <<http://mapserver.org/>> [Accesso: marzo 2009]

³ OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) è un'organizzazione no-profit il cui compito è quello di promuovere una forte collaborazione e sviluppo delle tecnologie open nel mondo geospaziale. Sito Web <http://www.osgeo.org/> [Accesso: marzo 2009]

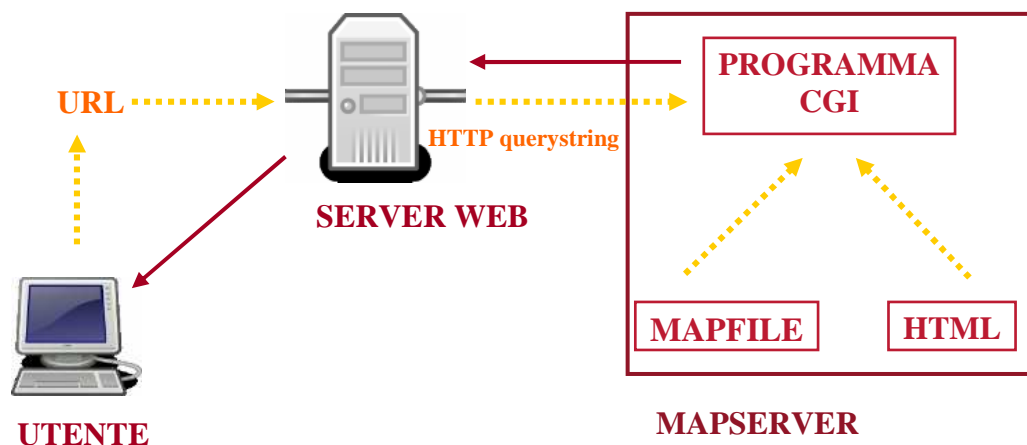


Figura 1 - Architettura MapServer

In dettaglio un'applicazione MapServer è quindi costituita da:

- il mapfile: è un file di testo in cui sono contenuti dei parametri che definiscono quali sono i dati da caricare nel WebGIS, come rappresentarli e come rappresentare gli elementi di corredo (legenda, scala, risultato di una query, etc.). Il mapfile ha l'estensione .map;
- i dati geografici: MapServer, grazie alle diverse librerie, può utilizzare dati raster e vettoriali. Il formato più utilizzato è lo shapefile, ma possono essere utilizzati anche formati come PostgreSQL-PostGIS, Geography Markup Language (GML), MapInfo, Oracle Spatial, etc., per i dati vettoriali, e tiff/geotiff, jpeg, etc., per i dati raster⁴;
- pagina html: è lo strumento di interfaccia tra l'utente e MapServer. Il file html, oltre a contenere le impostazioni sulla collocazione dei vari elementi creati dal mapfile e degli strumenti di navigazione (zoom, pan, query, etc.), contiene anche dei parametri che MapServer va a sostituire con i valori delle variabili correnti;
- CGI: è il binario o file eseguibile che riceve le richieste e restituisce immagini, dati, etc. Questo programma si chiama mapserver.exe in Windows e mapserv in Linux. Il programma resta inattivo sul Web Server fino a quando non viene effettuata una richiesta. Per esempio, ogni volta che l'utente esegue uno zoom, vengono passate le coordinate dell'area selezionata al CGI attraverso le variabili hidden del tag form o attraverso l'url;
- Web Server: per completare l'architettura è necessario installare sul server in cui è installato MapServer un Web Server, come Apache o Microsoft Internet Information Server.

⁴ Per conoscere i formati supportati si può consultare la documentazione disponibile alla pagina Web <<http://mapserver.org/documentation.html>> [Accesso: marzo 2009]

4.3 LA STRUTTURA DEL MAPFILE

Come detto il mapfile è un file di testo in cui sono contenuti diversi oggetti necessari per visualizzare e interrogare la mappa su Web. Il mapfile può essere creato utilizzando un qualsiasi editor di testo (NotePad, TextPad, etc.)⁵.

Di seguito si analizzano in dettaglio gli oggetti contenuti nel file map.

4.3.1 MAP OBJECT

L'oggetto principale di un mapfile è il MAP object al cui interno sono racchiusi tutti gli altri oggetti. Esso si presenta in questa forma⁶:

MAP

....

END

All'interno dell'oggetto MAP si definiscono determinati parametri⁷. Tra i principali vi sono:

- NAME: nome del mapfile (di norma breve);
- IMAGETYPE: formato dell'immagine che deve essere generata. L'immagine può avere vari formati (gif, png, jpeg, wbmp, gtiff, swf);
- EXTENT: estensione spaziale della mappa riprodotta. Devono essere fornite le coordinate x e y del punto in basso a sinistra e del punto in alto a destra dell'immagine (X_{MIN} Y_{MIN} X_{MAX} Y_{MAX});
- SIZE: estensione dell'immagine prodotta in pixel (larghezza, altezza);
- SHAPEPATH: percorso della directory dove sono contenuti i dati da visualizzare. I percorsi delle cartelle possono essere indicati in modo assoluto o relativo⁸;
- SYMBOLSET: percorso della directory dove vi sono i simboli necessari alla visualizzazione;
- FONTSET: percorso della directory dove si trovano i font necessari alla visualizzazione;
- IMAGECOLOR: colore di background dell'immagine di output. È possibile utilizzare come colore anche la trasparenza.

⁵ Vi sono estensioni nei programmi GIS Desktop e GIS Server che aiutano a creare un mapfile senza necessariamente conoscere la struttura del file. Per esempio per ArcGIS si può utilizzare l'estensione AMeIN!.

⁶ Tutti gli oggetti iniziano con il loro nome e terminano con la parola END.

⁷ Per conoscere in dettaglio tutti parametri di un mapfile si può consultare la pagina Web <http://mapserver.org/documentation.html> [Accesso: marzo 2009]

⁸ Il percorso relativo specifica le directory ed i file a partire dalla directory in cui è ubicato il mapfile. L'indicazione ".." indica che si deve cercare nella cartella superiore. Per esempio, per indicare uno shapefile all'interno di una directory DATA dello stesso livello della directory che contiene il mapfile è necessario scrivere "../DATA/xxx.shp".

Ecco un esempio di come il mapfile si presenta dopo aver inserito i parametri sopracitati:

MAP

```
IMAGETYPE    PNG
EXTENT        684672.71 928492.43 688169.84 931112.90
SIZE          450 350
SHAPEPATH     "../data"
SYMBOLSET     "../etc/symbols35.sym"
FONTSET       "../fonts/fonts.list"
IMAGECOLOR    255 255 255
```

.....

END

All'interno del mapfile vengono definiti altri oggetti in base a una struttura gerarchica a livelli. A volte oggetti dello stesso tipo possono trovarsi su livelli diversi.

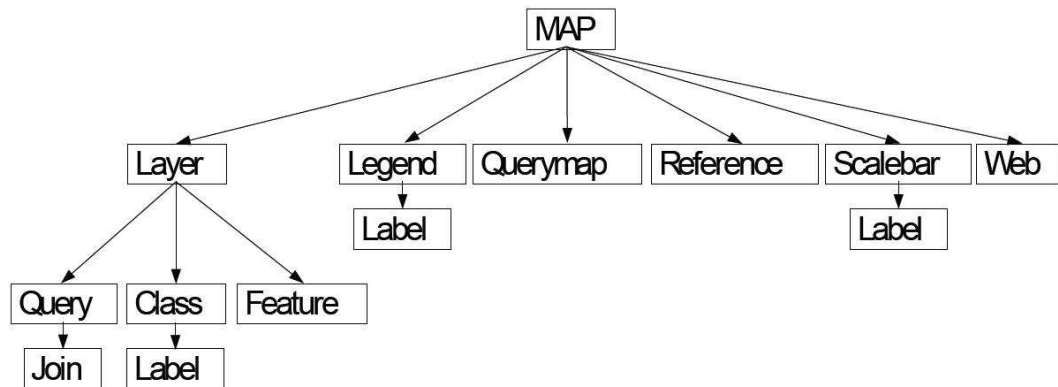


Figura 2 – La struttura del mapfile

(fonte immagine: www.ing.unitn.it/~zatelli/cartografia_numerica/slides/WebGIS-Mapserver.pdf)

Di seguito si analizzano i vari oggetti contenuti all'interno dell'oggetto MAP.

4.3.2 LAYER, CLASS, SYMBOL E LABEL OBJECT

L'oggetto LAYER è un oggetto un po' complesso che definisce quali sono i layer che devono essere visualizzati nella mappa. I layer sono restituiti su Web secondo l'ordine in cui sono elencati nel mapfile: il primo layer elencato nel mapfile è l'ultimo layer disegnato nella mappa. Il layer è un oggetto che fa riferimento a dati che possono essere dati vettoriali (shapefile, dgn) oppure file raster (tiff, jpeg, gif). Un mapfile può contenere un massimo di 200 layer.

I parametri principali contenuti nell'oggetto LAYER sono:

- **NAME**: nome del layer con una limitazione di 20 caratteri. Il nome deve essere unico ed è la relazione tra il mapfile e il file html;
- **GROUP** nome del gruppo a cui può appartenere un layer;

- DATA: nome del dato da caricare che si trova nella cartella definita dal parametro SHAPEPATH dell'oggetto MAP. Nel caso in cui il dato sia uno shapefile non è necessario indicare l'estensione del file. I dati possono anche essere tabelle Oracle, PostGIS, etc.;
- STATUS: definisce lo stato del layer. Nel caso si desideri che il layer compaia sempre nella mappa è necessario definire il valore DEFAULT; se si desidera che il layer rimanga spento o acceso si utilizzano i valori OFF e ON;
- TYPE: specifica la natura del dato. Un dato può essere: point, polyline, polygon, raster, circle, etc.;
- MINSIZE: scala minima di visualizzazione del layer;
- MAXSIZE: scala massima di visualizzazione del layer;
- SYMBOLSCALE: è la scala di rappresentazione dei simboli. Questo valore permette lo scalare dinamico dei simboli. I simboli vengono visualizzati della stessa grandezza alle diverse scale se il parametro non viene specificato;
- CLASS: oggetto utilizzato anche per attribuire un colore all'elemento rappresentato. All'interno dell'oggetto con la variabile COLOR si definisce il colore in RGB.

Per esempio per caricare un raster si può scrivere:

```
LAYER
NAME      Ortofoto 2009
TYPE      RASTER
STATUS    DEFAULT
DATA      ortofoto_2009.gif
END
```

Mentre per caricare uno shapefile lineare si può scrivere:

```
LAYER
NAME      vie_principali
DATA      vie_principali
STATUS    default
TYPE      LINE
CLASS
COLOR     152 0 101
END
END
```

L'oggetto CLASS insieme all'oggetto STYLE consente un'ulteriore operazione: visualizzare i diversi tematismi di un dato. Infatti, l'oggetto CLASS definisce le classi tematiche di un layer. Per esempio, il layer "Emergenze architettoniche"⁹ ha un campo "Tipo" in cui sono definite diverse tipologie: chiese, palazzi, case. Con l'oggetto CLASS è possibile visualizzare con colori diversi gli elementi

⁹ Lo shapefile è descritto alla pagina 91 nel paragrafo 2.6.6.

geometrici in base all'attributo "Tipo": in giallo le chiese, in rosa i palazzi, etc.. Per definire su quale campo è necessario effettuare la classificazione è necessario inserire un parametro a livello di CLASS che si chiama CLASSITEM in cui si specifica il nome del campo su cui effettuare la tematizzazione.

Ecco come si presenta l'object LAYER secondo l'esempio appena descritto:

LAYER

NAME "emergenze_a"

CLASSITEM "Tipo"

...

CLASS

NAME "chiese"

EXPRESSION "chiese"

...

END

END

I parametri principali dell'oggetto CLASS sono:

- NAME: nome della classe da visualizzare in legenda. Se il nome non è indicato non viene mostrato in legenda;
- MAXSCALE: scala massima di visualizzazione della classe indicata;
- MINSCALE: scala minima di visualizzazione della classe indicata;
- EXPRESSION: definisce la classe da visualizzare attraverso un'espressione. Per esempio, vi può essere uno shapefile che ha due campi che contengono rispettivamente il nome delle città italiane e i suoi abitanti; con il parametro EXPRESSION è possibile selezionare e visualizzare tutte le città che iniziano con la lettera A, tutte le città che hanno un numero di abitanti superiore a 100.000 oppure ancora tutte le città che iniziano con la lettera A e che hanno un numero di abitanti superiore a 100.000. Per fare questo si utilizzano quindi diversi tipi di espressione: comparazione tra stringhe, espressioni regolari, espressioni logiche e funzione di stringhe;
- COLOR: colore in RGB.

L'oggetto STYLE serve per applicare uno stile (linea continua, tratteggiata, etc.) ad un oggetto CLASS. All'interno di un oggetto CLASS si possono utilizzare più oggetti STYLE. Per esempio si potrebbe voler visualizzare uno shapefile puntuale che sia rappresentato con cerchi rossi ad una scala inferiore a 1:10.000 e con cerchi verdi ad una scala superiore.

Le variabili principali dell'oggetto STYLE sono:

- SYMBOL: nome del simbolo o numero di riferimento del simbolo contenuto nel file sym o dell'immagine (in formato gif o jpeg). Tale variabile è utilizzata principalmente per i punti e le linee;
- COLOR: colore dell'oggetto rappresentato in RGB;
- MAXSIZE: dimensione massima di visualizzazione di un simbolo;
- MINSIZE: dimensione minima di visualizzazione di un simbolo;
- BACKGROUND COLOR: colore di background del simbolo.

A volte può essere utile visualizzare delle etichette all'interno della mappa. L'oggetto che compie questa operazione si chiama LABEL.

I principali parametri di LABEL sono:

- COLOR: colore dell'etichetta;
- OUTLINECOLOR: colore della linea esterna dell'etichetta;
- FONT: font utilizzato;
- TYPE: tipo di font utilizzato (Bitmap, Truetype);
- SIZE: dimensione dell'etichetta;
- SHADOWCOLOR: colore dell'ombreggiatura del testo;
- POSITION: posizione delle etichette relativamente all'elemento rappresentato. I valori sono ul (in alto a sinistra), uc (in alto centrato), ur (in alto a destra), cl (centrato a sinistra), cc (centrato), cr (centrato a destra), ll (in basso a sinistra), lc (in basso centrato), lr (in basso a destra), auto (per un valore calcolato da MapServer che eviti delle sovrapposizioni con altre etichette).

ul	uc	ur
cl	cc	cr
ll	lc	lr

Figura 3 - Il parametro POSITION

Ecco un esempio dell'oggetto LABEL all'interno del mapfile:

```

LABEL
  TYPE BITMAP
  SIZE MEDIUM
  COLOR 0 0 89
END

```

L'oggetto LABEL viene ripreso all'interno del mapfile anche da altri oggetti come SCALEBAR e LEGEND.

4.3.3 LEGEND OBJECT

L'oggetto LEGEND definisce come deve essere visualizzata la legenda all'interno della pagina Web. La legenda viene generata automaticamente dalle informazioni contenute negli oggetti LAYER.

I principali parametri che sono presenti all'interno dell'oggetto LEGEND sono:

- KEYSIZE: dimensione in pixel dei simboli che compaiono in legenda. Di default questo valore è di 20 per 10;
- STATUS definisce se l'immagine della legenda deve o non deve essere creata (on, off) o se deve essere accorpata alla mappa (embed);
- IMAGECOLOR: colore di sfondo della legenda in RGB;

- POSITION: posizione della legenda, nel caso sia inserita all'interno della mappa;
- LABEL: definisce l'inizio dell'oggetto LABEL.

Di seguito si ha un esempio di come appare l'oggetto LEGEND nel mapfile:

MAP

.....

```

LEGEND
  STATUS ON
  IMAGECOLOR 255 255 255
  KEYSIZE 20 12
  LABEL
    TYPE BITMAP
    SIZE MEDIUM
    COLOR 0 0 89
  END
END
END

```

4.3.4 QUERYMAP OBJECT

L'oggetto QUERYMAP definisce come deve essere creata la mappa risultato di una query.

Le variabili che rientrano all'interno di questo oggetto sono:

- COLOR: colore degli oggetti che devono essere messi in evidenza. Il colore di default è il giallo;
- SIZE: grandezza della mappa oggetto di interrogazione;
- STYLE: definisce come devono essere rappresentate le feature selezionate: hilite (le feature selezionate sono evidenziate con il colore definito in COLOR), normal (tutte le feature presenti nella mappa sono colorate secondo il colore definito nell'oggetto LAYER) o selected (solo le feature selezionate sono rappresentate).

4.3.5 REFERENCE OBJECT

L'oggetto REFERENCE definisce come deve essere rappresentata l'immagine di inquadramento. I parametri principali sono:

- IMAGE: nome del file;
- SIZE: dimensioni dell'immagine di riferimento da visualizzare in pixel;
- EXTENT: estensione spaziale dell'immagine di riferimento (x, y);
- STATUS: se ON l'immagine viene creata e visualizzata, se OFF l'immagine non viene creata;
- MINBOXSIZE: minima dimensione del riquadro che compare nella mappa di riferimento in pixel;
- MAXBOXSIZE: massima dimensione del riquadro che compare nella mappa di riferimento in pixel;

- COLOR: colore del riquadro (box); il valore -1 -1 -1 indica la trasparenza;
- OUTLINECOLOR: colore della linea esterna del riquadro.

Per esempio, l'oggetto REFERENCE può essere così scritto:

```
REFERENCE
IMAGE './images/ref.png'
SIZE 15 10
EXTENT 684707.498661094 928482.141644432 688447.060954687
930909.576817466
STATUS ON
MINBOXSIZE 10
MAXBOXSIZE 150
COLOR -1 -1 -1
OUTLINECOLOR 128 0 0
END
```

E restituisce questa immagine.



Figura 4 – Immagine di inquadramento

4.3.6 SCALEBAR OBJECT

L'oggetto SCALEBAR definisce come deve essere rappresentata la barra di scala nell'interfaccia Web.

I parametri principali sono:

- IMAGECOLOR colore dello sfondo della scalebar;
- LABEL: etichette della scalebar;
- SIZE: grandezza in pixel della scalebar;
- STYLE: stile da utilizzare (0,1);
- COLOR: colore da utilizzare per la scalebar;
- UNITS: unità in cui è definita la scalebar (di default questo valore è in miglia);
- INTERVALS: numero di intervalli in cui è suddivisa la scalebar (di default questo valore è 4);
- TRANSPARENT: ON oppure OFF se si vuole che lo sfondo della scalebar sia trasparente o meno;
- STATUS: questo valore viene inserito se si vuole incorporare la scalebar all'interno dell'immagine.

Ecco un esempio dell'oggetto SCALEBAR:

```
SCALEBAR
IMAGECOLOR 255 255 255
LABEL
```

```

COLOR 0 0 0
SIZE TINY
END
STYLE 1
SIZE 100 2
COLOR 100 90 80
UNITS MILES
INTERVALS 2
TRANSPARENT FALSE
STATUS ON
END

```

MapServer restituisce questa immagine:

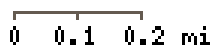


Figura 5 - Scalebar

4.3.7 PROJECTION OBJECT

L'oggetto PROJECTION definisce qual è il sistema di riferimento dei dati da visualizzare e in quale proiezione deve essere restituita la mappa di output. MapServer utilizza le librerie PROJ.4 per le proiezioni. Nell'esempio seguente l'oggetto PROJECTION fa riferimento ad un codice che richiama direttamente un file in cui sono contenuti i parametri di proiezione.

```

PROJECTION
  "init=epsg:2215"
END

```

Da notare che se tutti i dati da visualizzare hanno lo stesso sistema di riferimento l'oggetto PROJECTION può non essere specificato.

4.3.8 WEB OBJECT

L'oggetto WEB, definisce come opera l'interfaccia Web. All'interno dell'oggetto WEB i parametri principali sono:

- **TEMPLATE:** nome del file html o url (nel caso in cui il file template non sia nella stessa cartella del mapfile) che si presenta all'utente quando accede al sito;
- **IMAGEPATH:** percorso della cartella dove possono essere salvate le immagini temporanee;
- **IMAGEURL:** directory in cui il browser andrà a caricare le immagini temporanee.

4.4 IL FILE HTML

Il template html, come già detto, è il file che contiene le impostazioni del layout da presentare all'utente finale.

Oltre al normale codice html, il file html include delle variabili da passare al CGI. Tali variabili sono responsabili della creazione della mappa dinamica e sono racchiuse in parentesi quadre all'interno di tag specifici.

MapServer, dopo aver processato una richiesta dell'utente e analizzato il mapfile e il template, sostituisce "on the fly" tutte le variabili del codice html con i valori correnti, e poi restituisce l'immagine al browser Web.

All'interno del file html, oltre ai tag¹⁰ necessari alla rappresentazione degli elementi, viene impiegato il tag <form> che, con il metodo get, attiva il binario mapserv.exe.

All'interno del form vi sono dei tag input che contengono dei parametri che possono avere valori stabili o variabili

Vediamo un esempio di una parte di codice di un possibile template file:

```
1 <!-- START OF MAPSERVER FORM -->
2 <form name="mapserv" method="GET" action="/cgi-bin/mapserv.exe?">
4 <input type="hidden" name="map" value="[map]" />
5 <input type="hidden" name="imgext" value="[mapext]" />
6 <input type="hidden" name="imgxy" value="224.5 174.5" />
7 <input type="hidden" name="layers" value="edifici" />
8 <input type="hidden" name="zoom" value="0" />
9 <input type="hidden" name="map_web_imagepath"
10 value="/ms4w/tmp/ms_tmp/" />
11 <input type="hidden" name="map_web_imageurl" value="/ms_tmp/" />
```

Le variabili contenute nel file html che MapServer va a sostituire si trovano:

- nella riga 4, dove viene definito il mapfile da utilizzare;
- nella riga 5, dove viene letta l'estensione geografica della mappa da rappresentare; ogni volta che si compie un'operazione di zoom per esempio questo valore viene sostituito.

Gli altri parametri nascosti sono invece parametri che servono alla comunicazione tra MapServer e l'utente.

Per inserire la mappa principale, la mappa di inquadramento e la legenda è necessario utilizzare i seguenti tag:

```
<input type="image" name="img" src="[img]">


```

Le variabili nascoste definiscono rispettivamente la directory dove è localizzata l'immagine (solitamente nella cartella ms_temp), quella dove è localizzata la mappa di inquadramento e quella dove si trova la legenda.

¹⁰ Per una miglior comprensione dei tag html si consiglia di consultare i manuali cartacei o le numerose pagine Web dedicate al linguaggio.

Creare una mappa dinamica utilizzando MapServer, ricorrendo solo al linguaggio html, significa realizzare un'interfaccia molto semplice ed essenziale. Se si volesse, invece, creare un servizio WebGIS avanzato è necessario utilizzare diversi linguaggi di programmazione. Se non si è esperti di programmazione si può ricorrere ad alcune applicazioni che si basano su MapServer e che aiutano a costruire un proprio WebGIS. Chameleon è uno di questi applicativi.

4.5 CHAMELEON

Chameleon è un ambiente Open Source, altamente configurabile, costruito su MapServer. Nel 2003 il gruppo DM Solutions¹¹ ha sviluppato Chameleon e lo ha reso disponibile sotto una licenza Open Source.

Chameleon è un'applicazione PHP basata su MapServer che aiuta l'utente ad integrare nella pagina Web alcune componenti, come strumenti di navigazione, legenda dinamica, etc.. Per far questo è necessario inserire nel file html alcuni elementi chiamati widget, a cui corrispondono diverse funzionalità.

Chameleon legge i widget contenuti come tag all'interno del file html e li interpreta generando automaticamente l'interfaccia Web.

L'applicazione è estremamente personalizzabile infatti, conoscendo JavaScript e PHP, è possibile costruire il proprio widget e integrarlo con quelli esistenti.

Chameleon necessita di 3 file che sono:

- un file di inizializzazione: un file phtml che contiene i collegamenti al mapfile, al file html e al file chameleon.php;
- un template html: è un file dalla struttura simile alle pagine html a cui sono aggiunti dei widget tipici di Chameleon che aiutano a migliorare la navigazione della pagina Web;
- un mapfile che segue le regole e le sintassi di MapServer.

Il file di inizializzazione phtml è il file che appare nel momento in cui l'utente apre la pagina Web. Il suo codice si presenta in questa forma:

```
<?php
include( "../htdocs/chameleon.php" );
$szTemplate = "../bologna.html";
$szMapFile = "../map/bologna.map";
class SampleApp extends Chameleon
{
    function SampleApp()
    {
        parent::Chameleon();
        $this->moMapSession = new MapSession_RW;
        $this->moMapSession->setTempDir( getSessionSavePath());
    }
}
$oApp = new SampleApp();
$oApp->registerSkin( 'skins/sample' );
$oApp->CWCInitialize( $szTemplate, $szMapFile );
$oApp->CWCExecute();
?>
```

Il template file ha una struttura html che comprende dei widget, identificati da tag <CWC2>, che sono utilizzati per caricare le componenti necessarie alla navigazione della pagina Web.

¹¹ <<http://www.dmsolutions.ca/index.html>>[Accesso: marzo 2009]

Il file html comprende nella parte body una funzione CWC2OnLoadFunction()
All'interno del tag body vi è un modulo che permette la comunicazione tra utente e server (tag <form>).

I widget contenuti nel file html hanno la seguente sintassi:

```
<CWC2>  
...  
</CWC2>
```

I widget sono definiti da una serie di attributi; tra i principali si ricordano:

- TYPE: nome del widget da utilizzare;
- ENABLED: abilita e disabilita il widget nell'interfaccia. Di default questo valore è "true". Nel caso non si voglia utilizzare il widget si può inserire il valore "false";
- VISIBLE: visibilità del widget nella pagina html. I widget che non sono visibili sono processati normalmente, ma la rappresentazione è nascosta.

Per esempio per richiamare il widget LegendLayer è necessario scrivere nel codice del file html questa linea:

```
<cwc2 type="LegendTemplate" visible="true" embedded="true"  
template="legend_template.html" popupstyleresource="TextButtons"  
popupwidth="200" popupheight="400" status="true" menubar="false"  
controlvisibility="true"/>
```

4.6 WEB GIS DELLE INFORMAZIONI STORICHE DI BOLOGNA

Per creare un servizio WebGIS¹² sulle informazioni storiche contenute nel GIS si è deciso quindi di utilizzare MapServer e Chameleon¹³.

4.6.1 INSTALLAZIONE DI MAPSERVER

MapServer può essere installato scaricando direttamente i codici sorgente dalla pagina Web di MapServer; in alternativa si possono utilizzare dei pacchetti già costituiti che comprendono tutti gli strumenti per far funzionare l'applicazione.

Il pacchetto ms4w.zip (MapServer for Windows)¹⁴ che deve essere installato su server Windows, comprende, oltre al software MapServer, il Server Apache, il linguaggio PHP e le librerie necessarie al programma.

Nel caso si abbia a disposizione un server Linux, è possibile scaricare il pacchetto FGS sempre dal sito di Maptools¹⁵. In questo ultimo caso il pacchetto è già comprensivo dell'applicativo Chameleon.

Dopo aver scaricato il file ms4w.zip è necessario decomprimere il contenuto in una partizione qualunque¹⁶. Supposto di scegliere C, a questo punto deve essere avviato il Web Server Apache. Per poter vedere se Apache è funzionante è necessario avviare il browser e digitare:

<http://127.0.0.1> oppure <http://localhost/>.

La pagina che viene restituita è una pagina Internet in cui si hanno delle indicazioni sui software installati.

Per assicurarsi che MapServer funzioni è necessario visualizzare nel browser la url: <http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?>.

La risposta fornita dal Web deve essere di questo tipo:

No query information to decode. QUERY_STRING is set, but empty.

Una risposta di questo tipo sta ad indicare che MapServer sta lavorando ma che non ci sono ancora dati da processare.

La cartella scompattata in tutti e due i casi contiene diverse sottocartelle. In particolare, la cartella "bin", posta in ms4w/Apache/cgi-bin, ospita l'eseguibile di MapServer e la cartella "apps", posta in ms4w, è la cartella che contiene le applicazioni aggiuntive quali Chameleon¹⁷, MapBender, etc..

¹² Il servizio è per ora ospitato su un server test e sarà disponibile all'interno del sito Web del «Centro "Gina Fasoli" per la Storia delle Città» <<http://www.centrofasoli.unibo.it>> [Accesso: marzo 2009]

¹³ Per far questo si è utilizzata la versione 1.6 di MS4W che comprende MapServer 4 e la versione 2.4 di Chameleon.

¹⁴ <<http://www.maptools.org/ms4w/index.phtml>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁵ <<http://www.maptools.org/fgs/>> [Accesso: marzo 2009]

¹⁶ L'installazione del pacchetto MapServer su un server Linux è molto simile. Anche in questo caso deve essere scompattato il contenuto del file compresso a partire dalla root.

¹⁷ Per una miglior comprensione della struttura della cartella si può consultare il documento redatto da Massimiliano Cannata disponibile all'indirizzo <http://www.maptools.org/dl/ms4w/ms4w_install_instruction_ita.pdf> [Accesso: marzo 2009]

4.6.2 INSTALLAZIONE DI CHAMELEON

Per poter installare Chameleon sul server Windows è necessario scaricare dal sito Internet Maptools un ulteriore pacchetto¹⁸.

Dopo aver scaricato il pacchetto Chameleon.zip occorre scompattare il file nella cartella C:/ms4w/apps.

Successivamente si devono effettuare delle modifiche al file chameleon.xml che si trova nella cartella C:\ms4w\apps\chameleon\config. Con un semplice editor di testo si aggiungono i percorsi mancanti e il nome del modulo mancante:

- web_server_path: percorso del file chameleon.php;
- button_cache_path : directory in cui scrivere le immagini dei bottoni;
- button_cache_web_path: url dove il browser può trovare le immagini dei button;
- tmp_web_path: url dove il browser può trovare le immagini temporanee;
- tmp_img_path: directory dove sono messe le immagini temporanee;
- mapscript_module: nome del file .dll¹⁹ chiamato php_mapscript (php_mapscript_<version>.dll).

Il passo successivo è quello di creare alcuni alias, ossia abbreviazioni di un comando. Nella directory C:\ms4w\httpd.d si deve verificare che vi sia il file httpd_chameleon che definisce i vari alias. La struttura di un alias potrebbe essere così fatta:

```
Alias /chameleon "/ms4w/apps/chameleon/htdocs"  
<Directory "/ms4w/apps/chameleon/htdocs">  
  AllowOverride None  
  Options Indexes FollowSymLinks Multiviews  
  Order allow,deny  
  Allow from all  
</Directory>
```

4.6.3 IL MAPFILE E IL FILE HTML

Il primo passo per creare il servizio Web è stato quello di costruire con un editor di testo il mapfile e il file html²⁰.

Per la creazione del file html si è preso come modello di riferimento il file sample_enhanced.html, disponibile nella cartella “samples” di Chameleon²¹, e lo

¹⁸ Il pacchetto di Chameleon è disponibile all’indirizzo Web:

<http://www.maptools.org/ms4w/index.phtml?page=downloads.html> [Accesso: marzo 2009]

¹⁹ Le librerie sono file con estensione .dll che contengono funzioni condivise da tutti i programmi evitando una ridondanza di codice;

²⁰ I codici del mapfile e del file html, data la loro ampiezza, vengono riportati in appendice al partire dalla pagina 176. Nel file html vengono riportati i commenti ai vari widget utilizzati.

²¹ Chameleon rende disponibili diversi template html che possono essere utilizzati per la costruzione del proprio sito andando semplicemente a sostituire i collegamenti ai propri dati.

si è personalizzato in modo da creare un layout che potesse essere semplice, intuitivo e comunicativo.

Come si può vedere nella figura seguente, si è deciso di collocare i vari elementi all'interno della pagina tenendo conto di comprendere la mappa, una legenda, una scalabar, una mappa di inquadramento e gli strumenti di navigazione.



Figura 6 - La struttura della pagina che ospita il servizio

4.6.4 IL FILE CSS

Nella pagina html è stato inserito un foglio di stile (file .css). I fogli di stile possono essere inglobati all'interno del file html oppure si possono creare dei file css esterni al documento html, che vengono richiamati all'interno di esso grazie al tag link.

```
<link href="bo.css" rel="stylesheet" type="text/css">
```

L'uso dei fogli di stile si effettua includendo nella pagina html degli attributi class o id a seconda che si voglia creare uno stile da applicare ad un numero indefinito di tag o ad un tag univoco. Le class id sono solitamente racchiuse in tag <div>. Questo significa che se nel codice html si mette:

```
<div id="NavToolsLayer" name="NavToolsLayer">
  <cwc2 type="LegendTemplate" visible="true" embedded="true"
  template="legend_template.html"/>
```

nel file css ci deve essere un riferimento all'id NavToolsLayer e in esso saranno contenute le regole di formattazione da utilizzare nella visualizzazione della pagina.

La sintassi CSS utilizzata²² è simile alla seguente:

```
#nome_id {  
  position:absolute;  
  left:200px;  
  top:78px;  
  width:420;  
  height:12px;  
  z-index:1;  
  padding:0px;  
  margin:0px;  
  border-bottom: 1px solid #cccccc;  
}
```

dove:

- position: definisce la posizione dell'elemento (absolute, relative, etc.);
- width: stabilisce la larghezza del blocco espresso in pixel;
- height: determina l'altezza del blocco espresso in pixel;
- left: stabilisce la posizione del blocco lungo l'asse x espresso in pixel. Se si vuole centrare un blocco si può mettere left: 50%;
- top: determina la posizione del blocco lungo l'asse y espressa in pixel;
- margin-right: definisce la distanza del blocco dal margine destro. Solitamente viene utilizzato quando si mette left o right=50% in modo tale che il blocco venga sempre centrato all'interno della pagina;
- padding: permette di impostare la distanza dal bordo di un blocco a quello vicino;
- border-bottom: permette di impostare lo stile, il colore e lo spessore dei bordi;
- z-index serve per definire la sovrapposizione dei blocchi. Se un blocco 1 deve risultare sopra ad un blocco 2 allora il suo valore z-index deve essere superiore a quello del blocco 2.

²² Il codice del foglio di stile, data la sua ampiezza, viene riportato nell'Appendice.

4.6.5 IL WEBGIS

La pagina Web restituita all'utente nel momento in cui accede al servizio si presenta in questo modo:

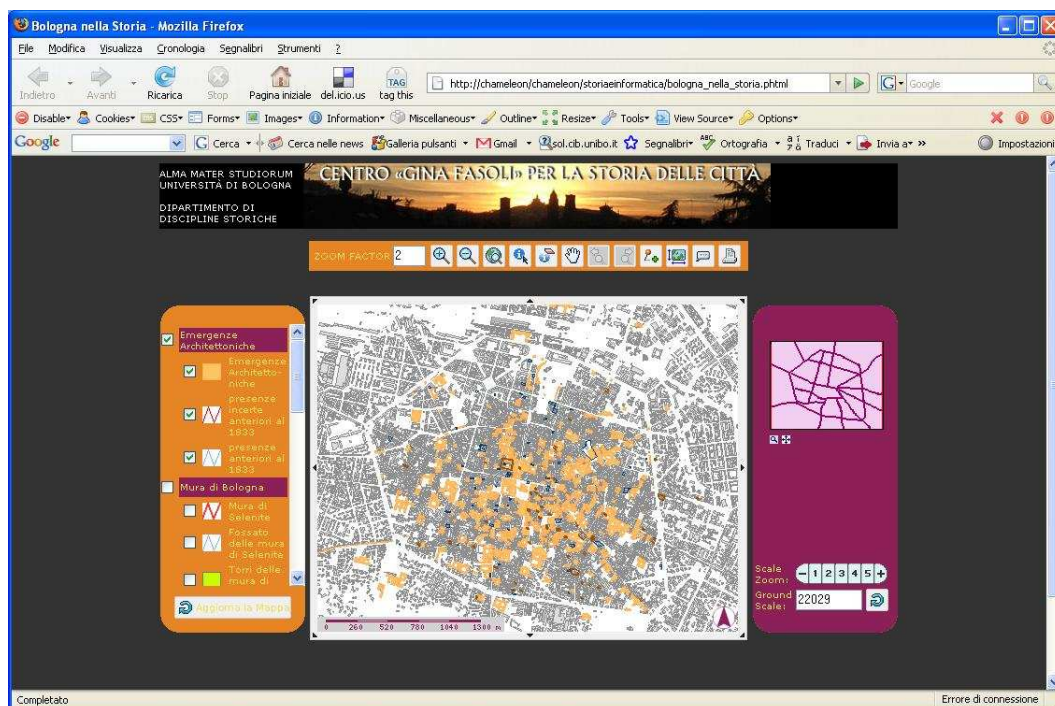


Figura 7 - Il WebGIS delle informazioni storiche

La pagina è stata arricchita con ulteriori funzionalità rispetto al template di Chameleon (sample_enhanced.html) grazie alla possibilità offerta dall'ambiente di sviluppo di poter aggiungere i widget desiderati e poterne creare dei nuovi²³. Analizziamo in dettaglio gli elementi contenuti nella pagina, soffermandoci su alcune migliorie che sono state introdotte al servizio.

4.6.5.1 GLI STRUMENTI DI NAVIGAZIONE













Nella parte in alto, sotto al banner «Centro “Gina Fasoli” per la storia delle Città», vi sono gli strumenti atti alla navigazione della mappa.



Figura 8 - Strumenti di navigazione

Di seguito si ha una panoramica degli strumenti utilizzati e i widget di riferimento:

²³ La Community di Chameleon è molto attiva. Al link <http://lists.maptools.org/pipermail/chameleon/> è possibile consultare tutte le problematiche che si sono riscontrate nell'utilizzo di Chameleon. [Accesso: marzo 2009]

	STRUMENTO	WIDGET
	Zoom In	type="ZoomIn"
	Zoom Out	type="Zoom Out"
	Zoom Tutto	type="ZoomAllLayers"
	Identify: effettua query	type="Query"
	Cancella le query	type="ClearQueryResults"
	Pan	type="PanMap"
	Zoom Indietro	type="ExtentHistory" direction="backward"
	Zoom Avanti	type="ExtentHistory" direction="forward"
	Map Notes: consente di disegnare sulla mappa	type="MapNotes"
	Set Map Size: definisce la grandezza della mappa	type="MapSize"
	Map Tips: impostando questa funzione quando il mouse passa su un oggetto viene fuori un'etichetta	type="MapTips"
	Print: stampa la mappa	type="PrintProduction"

Tali strumenti sono richiamati dai tag CWC2 presenti all'interno di un file html chiamato navigazione.html. Il file navigazione.html²⁴ è un file esterno richiamato all'interno della pagina html dalla stringa:

[#navigazione.html#]

4.6.5.2 LA LEGENDA

Nella parte a sinistra compare la legenda²⁵. Per poter mostrare una legenda che presentasse i layer raggruppati per tematismi si è aggiunto al template di base il widget XML Theme Legend. Per far funzionare tale widget è necessario predisporre due file²⁶: uno è il file html, chiamato themes_renderer.html, che contiene la struttura della legenda da rappresentare, mentre l'altro è il file themes.xml, che definisce quali sono i layer da caricare e il nome dei gruppi e dei temi.

²⁴ Il file navigazione.html è riportato in Appendice.

²⁵ I problemi sorti durante la realizzazione della legenda sono stati risolti grazie alla lettura del contenuto della seguente pagina Web: <<http://lists.maptools.org/pipermail/chameleon/2005-November/003104.html>> [Accesso: marzo 2009]

²⁶ I file themes_renderer.html e il file themes.xml sono riportati in Appendice.

4.6.5.3 LA MAPPA

Nella parte centrale della pagina si trova la mappa che viene richiamata dal widget “MapDHTML”. Per non appesantire il layout finale si è pensato di includere il simbolo del Nord e la scala all’interno della mappa principale.

Per far comparire la scala all’interno della mappa è necessario inserire nel mapfile, all’oggetto SCALEBAR, il parametro STATUS impostato come EMBED.

Invece per inserire l’indicazione del Nord all’interno della mappa principale è stato necessario trattare l’elemento come se fosse un layer in questo modo²⁷:

MAP

```
....
SYMBOL
  NAME "n_arrow"
  TYPE pixmap
  IMAGE "../htdocs/images/north.png"
END
...
LAYER
  NAME "n_arrow"
  STATUS DEFAULT
  TRANSFORM FALSE
  TYPE POINT
  FEATURE
    POINTS 435 335 END
  END
  CLASS
    STYLE
      SYMBOL "n_arrow"
    END
  END
END
END
```

Il parametro TRANSFORM impostato su FALSE ha permesso di posizionare il Nord in un punto definito dal parametro POINTS.

²⁷ La soluzione a questa problematica è stata resa possibile grazie alla lettura del contenuto della seguente pagina Web <<http://lists.gis.umn.edu/pipermail/mapserver-users/2003-July/005219.html>>[Accesso: marzo 2009]

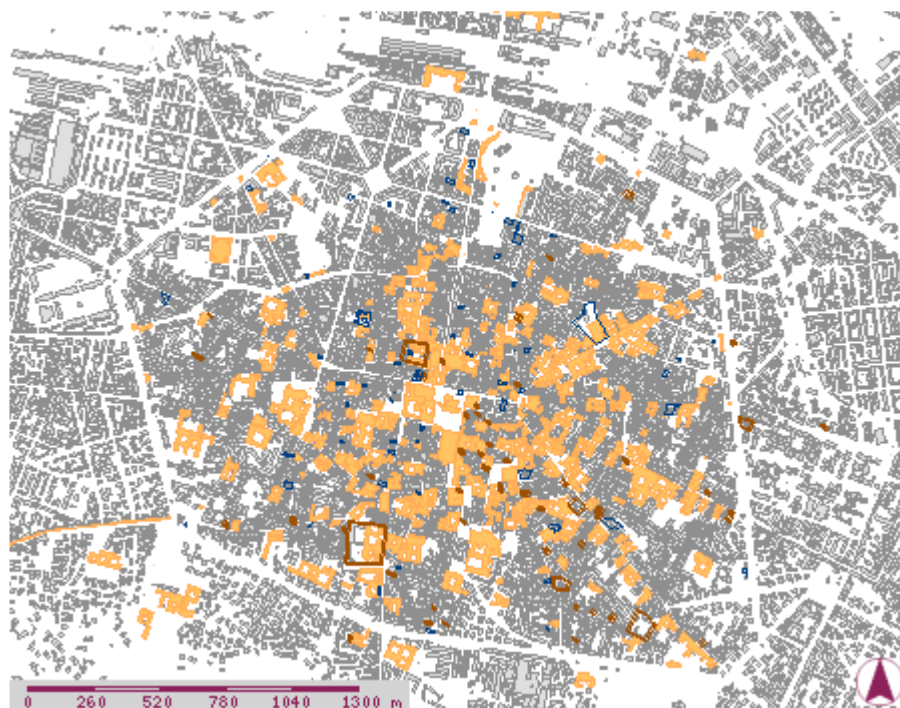


Figura 9 - La mappa generata da MapServer

4.6.5.4 LA MAPPA DI INQUADRAMENTO E LA SCALA

Nella parte a destra compare invece la mappa di inquadramento all'interno della quale è possibile effettuare operazioni di zoom in e pan.

La mappa di inquadramento è richiamata dal widget "ReferenceLayer".



Figura 10 - Mappa di inquadramento

Sotto alla mappa di riferimento si trovano due strumenti: il primo consente di effettuare uno zoom a scala predefinita, mentre il secondo consente di modificare dinamicamente il valore della scala di visualizzazione.

Le due operazioni sono permesse rispettivamente attraverso i widget "Scale" e "ScaleZoomLayer".

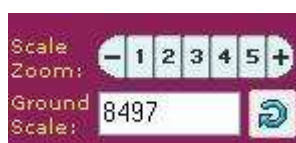


Figura 11 - Strumenti di scala

4.6.5.5 LA QUERY

Per interrogare gli shapefile o gli altri dati presenti nella mappa è necessario porre all'interno del mapfile un parametro così fatto:

TEMPLATE 'tnt_query.html'

che richiama un template ogni volta che si effettua una query. Tale template html contiene indicazioni sulla pagina da presentare ogni volta che l'utente esegue una query su un elemento grafico.

Per visualizzare nel risultato della query solo alcuni campi del database è necessario inserire nell'oggetto LAYER del mapfile di riferimento il seguente parametro:

HEADER "NOME^NOME|TIPOLOGIA^TIPOLOGIA"

che indica che saranno visualizzati solo i campi NOME e TIPOLOGIA²⁸.

Per far vedere un documento o un'immagine all'interno del template query è necessario porre in un campo specifico dello shapefile il collegamento alla risorsa da richiamare nel seguente modo:

<A HREF: "http://[URL]/foto.jpg TARGET=#>GUARDA L'IMMAGINE

Per esempio, cliccando sulla basilica di S. Petronio è possibile vedere, oltre alle informazioni che provengono dal database, l'immagine della chiesa e il documento che ne contiene una sua descrizione.

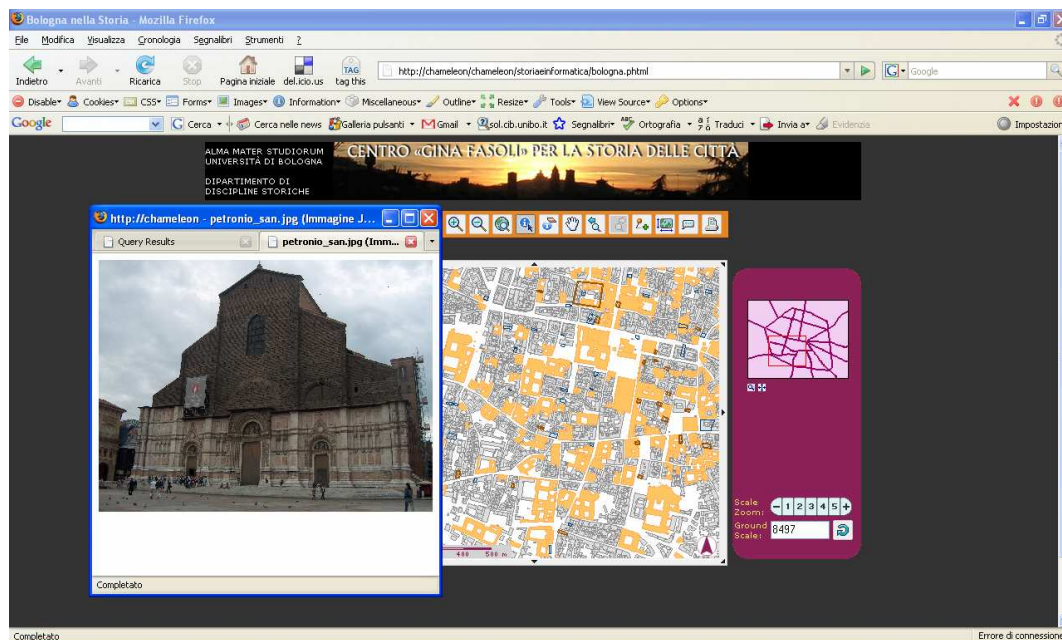


Figura 12 - Risultato della query sullo shapefile delle emergenze architettoniche

²⁸ La soluzione a questa problematica è stata resa possibile grazie alla lettura del contenuto della seguente pagina Web <http://lists.maptools.org/pipermail/chameleon/2006-June/004146.html> [Accesso: marzo 2009]

Il servizio così creato può essere ulteriormente arricchito di funzionalità che potrebbero migliorare la navigazione all'utente e rendere il servizio ancora più comunicativo.

CONCLUSIONI

Da questo studio è emerso che il WebGIS e il Web Mapping possono essere due ottimi strumenti di diffusione delle conoscenze storiche per lo studio della città e nella fattispecie per la città di Bologna.

Ovviamente, il percorso che ha portato alla realizzazione dei servizi Web è stato lungo e laborioso toccando vari aspetti e varie problematiche.

Per questo motivo possono essere qui fatte delle considerazioni generali che possono aiutare chi in futuro avrà a che fare con i GIS storici.

Una prima considerazione, che può riguardare in generale tutti coloro che utilizzano strumenti GIS, è quella che riguarda il confronto tra i GIS proprietari e i GIS Open Source.

Oggi, si può affermare che la differenza tra i due sistemi si è molto ridotta.

I GIS Open Source, grazie all'impulso dato dal Web e all'impegno volontario di un numero considerevole di utenti-programmatori sparsi in tutto il mondo, crescono sempre di più e sempre di più vengono utilizzati nell'ambito accademico, nel pubblico impiego e per interesse personale.

Il "mondo Open" è ormai maturo e ha capito che non ha senso creare tanti progetti per poi non concluderli, ma è importante unire gli sforzi per evitare di disperdere le energie.

Una seconda considerazione che deve essere fatta riguarda la cartografia storica. Prima di inserire in un GIS una cartografia storica è opportuno capire in quale sistema di riferimento è inquadrata la mappa e conseguentemente effettuare delle analisi che consentano di capirne la sua accuratezza.

Oggi, tale studio può essere effettuato grazie a tecniche digitali che permettono di calcolare le distorsioni e conoscere la scala e la rotazione delle mappe.

Venendo all'oggetto di studio della tesi si segnalano alcune problematiche relative alla vettorializzazione dell'immagine raster del Catasto Pontificio del 1835.

La realizzazione di tale layer cartografico è risultata molto laboriosa. Il posizionamento (georeferenziazione) della cartografia storica sulla base cartografica scelta (in questo caso la CTC – cartografia tecnica comunale del Comune di Bologna) prevede la conoscenza di punti noti, detti anche punti di controllo, in entrambi i sistemi di riferimento.

La scelta di tali punti si è tuttavia rivelata difficoltosa a causa delle trasformazioni subite dal territorio nel tempo. Infatti, capita spesso che non si riescano ad individuare sull'attuale cartografia un numero cospicuo di punti e questo perché oggi molti edifici rappresentati nell'iconografia storica non esistono più.

Affianco alla problematica di determinare un numero sufficiente di punti di controllo ben distribuiti nell'immagine è stato necessario avere un'attenzione particolare alla scelta dei punti noti per non incorrere in errori macroscopici.

Un altro aspetto da considerare è che per poter associare ad ogni particella catastale le informazioni storiche è necessario disegnare degli elementi vettoriali. Il processo di vettorializzazione automatica non ha prodotto buoni risultati; per questo motivo è stato necessario disegnare qualche migliaia di poligoni manualmente.

Il disegno dei poligoni è stato eseguito tenendo conto del fatto che la cartografia storica è inquadrata in un sistema di riferimento diverso da quello della cartografia

tecnica comunale (CTC) per cui, nel caso vi fossero edifici che esistevano al 1835 ed esistono tuttora, si è seguita la geometria dell'edificio attuale.

Questa operazione è stata compiuta effettuando una continua analisi puntuale degli oggetti presi in esame, valutando caso per caso se l'edificio attuale corrispondeva all'edificio rappresentato nella cartografia storica.

Anche la georeferenziazione degli altri layer vettoriali sulla CTC non è stata un'operazione agevole; questo problema è stato però superato facilmente grazie all'aiuto degli storici, che ricorrendo allo studio delle fonti, hanno saputo dare indicazioni precise sulla localizzazione degli oggetti da rappresentare.

Non si sono, invece, avute particolari difficoltà nella creazione dei servizi cartografici sul Web. Infatti, grazie alle varie documentazioni rese disponibili nella rete, le problematiche che si sono via via presentate sono state facilmente risolte.

Per poter personalizzare il proprio servizio e per renderlo più accattivante e comunicativo è necessario integrare nelle pagine Web diverse funzioni, il cui sviluppo richiede tempo e impegno.

Nel caso si abbiano delle difficoltà nello sviluppo di alcune funzioni un ulteriore aiuto viene offerto dalle varie Community presenti su Web. Grazie alle Community è possibile verificare se qualcuno abbia già avuto lo stesso problema e se sia già stata proposta una o più soluzioni, oppure si può sottoporre il proprio problema alla comunità e attendere che qualcuno venga in aiuto.

La partecipazione alle problematiche, alle discussioni e alle risoluzioni permette di far crescere lo strumento utilizzato (Chameleon, MapServer, etc.), ma anche di sentirsi parte di un progetto e di sviluppare un bene comune.

Per quanto riguarda lo sviluppo futuro, si può sfruttare la caratteristica di "apertura" dei GIS per aggiungere ulteriori tematismi alla piattaforma.

Nuovi dottorandi del corso di "Storia e Informatica" potrebbero introdurre nel GIS ulteriori strati cartografici frutto di successivi studi.

Il progetto, teoricamente, potrebbe proseguire all'infinito e poter essere arricchito di ulteriore materiale digitale come video, documenti, immagini, etc..

Per migliorare il servizio WebGIS si potrebbe perfezionare il layout della pagina Web arricchendola di ulteriori strumenti interattivi. Per esempio, si potrebbero aggiungere alcune funzioni, già disponibili in Chameleon, che permettono all'utente di disegnare e di creare note che possono essere valutate dagli storici del «Centro "Gina Fasoli" per la storia delle Città» in modo che si possa collaborare assieme allo stesso progetto. L'utente stesso, sia esso storico, studente o semplicemente una persona interessata della storia, può discutere, contestare ed essere coinvolto in un percorso di diffusione delle informazioni storiche.

I servizi realizzati potrebbero anche essere diffusi attraverso l'uso di totem informativi multimediali collocati in punti strategici della città in modo da permettere anche ai turisti o a chiunque non abbia un accesso Internet immediato di conoscere la storia della città.

In sintesi, da questo studio si può affermare che tutte le tecnologie informatiche hanno partecipato alla divulgazione delle informazioni storiche di Bologna.

Non solo Internet è stato necessario come mezzo di comunicazione di massa, fonte di informazioni e luogo di confronto, ma anche le tecniche digitali e i sistemi informativi computerizzati hanno contribuito a creare un servizio che rappresenta il passato, ma è proiettato nel futuro.

BIBLIOGRAFIA

I link alle pagine Web sono stati consultati nel marzo 2009.

J. Albrecht, *Universal analytical GIS operations - a task-oriented systematization of data structure-independent GIS functionality*, in M. Craglia, H. Onsrud (Eds.) *Geographic Information Research: transatlantic perspectives*, Taylor & Francis, London, 1998, pp. 577-591. Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.geo.hunter.cuny.edu/people/fac/albrecht/Berlin98.pdf>>

V. Antoniou, J. Morley, *Web Mapping and WebGIS: do we actually need to use SVG?* Consultabile all'indirizzo:

<[http://svgopen.org/2008/papers/82-Web Mapping and WebGIS do we actually need to use SVG/](http://svgopen.org/2008/papers/82-Web_Mapping_and_WebGIS_do_we_actually_need_to_use_SVG/)>

L. Aruta, P. Marescalchi, *Cartografia: l'uso e lettura delle carte*, Flaccovio, Palermo, 1981.

C. Balletti, *Georeference in the analysis of the geometric content of early maps*, in "e-Perimtron", vol.1, n.1, 2006, pp.32-39. Consultabile all'indirizzo:

<http://cartography.web.auth.gr/Maplibrary/New/e_Perimtron/Vol_1_1/Balletti/Balletti.pdf>

S. Bando, D. Kasad, *A Google Maps mash-up. Integrate external data with the Google Maps API*, 2006. Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.javaworld.com/javaworld/jw-01-2006/jw-0116-google.html?page=1>>

J. Beaird, *The principles of Beautiful Web Design*, Sitepoint, Collingwood, 2007.

L. Becchi, *Introduction to OpenLayers*, in *II Jornadas de SIG Libre* (Girona 3-5 de marzo 2008). Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones/6.pdf>>

presentazione disponibile alla pagina:

<<http://www.ominiverdi.org/openlayers/presentations/girona2008/>>

video della presentazione alla pagina:

<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/blog/>>

L. Berti Ceroni, *Diffusione ed utilizzo dei Geographical Information System nelle discipline umanistiche: prima indagine*, in "Storicamente", n. 1, 2005.

Consultabile all'indirizzo:

<http://www.storicamente.org/02_tecnostoria/strumenti/Berti_Ceroni_1.htm>

M. B. Bettazzi, *Affreschi di città: Ricerche per un catalogo ragionato*.

Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.storiaurbana.it/biennale/Relazioni/B18BETTA.doc>>

G. Biallo, *Dalla geografia al Gis: venticinque secoli di storia*, in “MondoGIS”, n. 1, 1996. Consultabile all’indirizzo:

<<http://www.mondogis.net/articoli/pdf/101.pdf>>

G. Bitelli, G. Gatta, *Esperienze di Georeferenziazione ed elaborazione digitale di una carta di Bologna del ‘700*, in *Atti del 11^o Convegno Nazionale Asita* (Torino, 6 -9 novembre 2007).

G. Bitelli, G. Gatta, *Cartografia storica: valorizzazione e fruizione in ambiente digitale*, in “Geomedia”, n. 4, 2008, pp. 42 - 44.

F. Bocchi, *Il Duecento*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 2, Edizioni Grafis, Bologna, 1995.

P. Buonora, S. Magaudo, P. Micalizzi, Luca Sasso D’Elia, *La vettorializzazione del Catasto Gregoriano, un GIS dell’ 800’*, in *10^a Conferenza Italiana Utenti ESRI* (Roma, 18-19 aprile 2007). Consultabile all’indirizzo:

<<http://www.esriitalia.it/conferenza2007cd/content/documenti/Paper%2019%20Aprile/Gregoriano.doc>>

M. Canducci, *PHP 5*, Apogeo Editore, Lavis, 2004.

M. Cannata, *Installazione di MS4W*. Consultabile all’indirizzo:

<http://www.maptools.org/dl/ms4w/ms4w_install_instruction_ita.pdf>

R. Casati, G. Roncaglia, *La struttura di uno strumento di scrittura collaborativa per la democrazia partecipata*, 2007. Consultabile all’indirizzo:

<http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/13/99/25/PDF/casati-roncaglia_scrittura_collaborativa_per_la_democrazia_partecipata_20070205.pdf>

P. Cavallini, S. Menegon, *Open Source sul Web: MapServer*, in “MondoGIS”, n. 48, 2005, pp. 51-54. Consultabile all’indirizzo:

<http://www.faunalia.it/pdf/Mondogis_2005_48.pdf>

P. Cavallini, S. Piccardi, *Cosa significa Open Source? Cos’è il software libero? Applicazioni ai GIS*, in “MondoGIS”, n. 59, 2007, pp.62-66. Consultabile all’indirizzo:

<http://www.faunalia.it/pdf/Mondogis_2007_59.pdf>

J. Clark , *The New Cartographers. What does it mean to map everything all the time?* Consultabile all’indirizzo:

<http://www.inthesetimes.com/article/3524/the_new_cartographers/>

V. Consorti, *La scalabilità dell’offerta di software gis*, in “MondoGIS”, n. 26, 2001, pp. 27-29. Consultabile all’indirizzo:

<<http://www.mondogis.net/articoli/pdf/2610.pdf>>

S. Corcoll, F. Orduña, L. Vicens, *La oferta de software SIG libre 'open source' y software gratuito*, in "IG+", n. 3, 2005, pp 18-19. Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.uniGIS.es/uploads/File/revistas/num3.pdf>>

C. M. Cortellessa e altri, *Breve introduzione ai sistemi informativi geografici*, in "Mondo AutoCAD", supplemento n. 5, 1994, Ziviani Editore, Milano.

C. De Seta, *L'immagine della città italiana dal XV al XIX secolo*. Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.comune.pv.it/museicivici/pdf/annali27/4%20De%20Seta.pdf>>

C. Di Sturco, *Fonti catastali bolognesi: analisi della proprietà nella strada S. Stefano tra XVIII e XIX secolo*, tesi di Dottorato in Storia e Informatica, Università di Bologna, a.a. 2005-2006, relatore R. Smurra, coordinatore F. Bocchi. Consultabile all'indirizzo:
<<http://amsdottorato.cib.unibo.it/242/>>

R. Dondarini, C. De Angelis, *Da una crisi all'altra (secoli XIV-XVII)*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 3, Edizioni Grafis, Bologna, 1997.

G. Folloni, *Principi di Topografia*, Pàtron, Bologna, 1978.

B. Forrest, A. Turner, *Where 2.0: The State of the Geospatial Web*, O'Reilly Media, 2008. Estratto consultabile all'indirizzo:
<http://cachefly.oreilly.com/radar/research/Where2.0_excerpt.pdf>

T. Fuse, E. Shimizu, *Visualizing The Landscape Of Old-Time Tokyo (Edo City)*, in *Processing and Visualization using High-Resolution Images. International Workshop* (Pitsanulok, 18-20 November 2004). Consultabile all'indirizzo:
<http://www.photogrammetry.ethz.ch/pitsanulok_workshop/papers/21.pdf>

J. Gaspar Sanz, *Sistemas de Informacion Geografica, Software Libre e Infraestructuras de Datos Espaciales*, 2007. Consultabile all'indirizzo:
<<http://knowledgeforge.net/mastercantabria/svn/Cantabria07/xurxo/cantabria07.pdf>>

M. Ghizzoni, *La pianta prospettica di Bologna del 1575: attendibilità della fonte. Le applicazioni*. Consultabile all'indirizzo:
<http://www.storiaeinformatica.it/nume/italiano/nicon1.html>

R. Gibson, S. Erle, *Google Maps Hacks: Tips and Tools for Geographic Searching and Remixing*. O'Reilly & Associates, Sebastopol, 2006.

G. Gigliotti, *HTML 4.01. La guida tascabile al linguaggio del Web*. Apogeo Editore, Lavis, 2004.

M. Gomarasca, *Elementi di geomatica: con elementi di: geodesia e cartografia, fotogrammetria, telerilevamento, informatica, sistemi di ripresa, sistemi di posizionamento satellitare, elaborazione digitale delle immagini, sistemi informativi territoriali, sistemi di supporto alle decisioni, SIT in rete, INSPIRE e GMES, dizionario tecnico, acronimi*, Associazione italiana di rilevamento, Firenze, 2004.

V. González, *MapServer y su aplicación a SIG*, Universidad Tecnica Particular de Loja (Ecuador), 2005. Consultabile all'indirizzo:
<http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/biblioteca/manuales/corso_mapserver.PDF>

G. Greco, A. Preti, F. Tarozzi, *Dall'età dei lumi agli anni Trenta (secoli XVIII-XX)*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 4, Edizioni Grafis, Bologna, 1998.

I. Gregory, *A place in history A guide to using GIS in historical research*, 2005.
<<http://www.ccsr.ac.uk/methods/publications/ig-gis.pdf>>

A. K. Knowles, *Historical Uses of GIS*, in PACSCL symposium, "Future Foundations: Mapping the Past: Building the Philadelphia GeoHistory Network" (Philadelphia 2 dicembre 2005). Consultabile all'indirizzo:
<http://www.philageohistory.org/geohistory/symposium/resources/knowles_frida_y.pdf>

How does Google Earth work? Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.squidoo.com/googleearth>>

T.M. Ingvarsson, *MapServer: An OpenSource Web-Map Applications*, Individual Assignment report TU Delft, 2004. Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.gdmc.nl/publications/2004/OpenSource-MapServer.pdf>>

B. Jenny, *MapAnalyst - A digital tool for the analysis of the planimetric accuracy of historical maps*, in "e-Perimetron", vol.1, n.3, 2006, pp.239-245. Consultabile all'indirizzo:
<http://www.e-perimetron.org/Vol_1_3/Jenny.pdf>

B. Jenny, A. Weber, L. Hurni, *Visualizing the Planimetric Accuracy of Historical Maps with MapAnalyst*, in "Cartographica", vol. 42, n. 1, pp. 89-94. Consultabile all'indirizzo:
<http://jenny.cartography.ch/pdf/2007_Jenny_et al_MapAnalyst.pdf>

K. Lelo, *Gis e Storia Urbana*. Consultabile all'indirizzo:
<http://w3.uniroma1.it/cisroma/I%20TERRITORI%20DI%20ROMA_LELO.pdf>

A. Lodovisi, S. Torresani, *Storia della cartografia*, Pàtron, Bologna, 1996.

D. Magni, *Introduzione a MapServer*, 2005. Consultabile all'indirizzo:

<http://geomatica.como.polimi.it/corsi/sw_gis/polismakermis-CC.pdf>

D. J. Maguire, *GeoWeb 2.0 and Volunteered GI*. Consultabile all'indirizzo:
<http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Maguire_paper.pdf>

D. Megías, A. Pérez-Navarro, M. Bain, *Introducción al software libre en general y a los SIG libres en particular*, in *I Jornadas de SIG Libre* (Girona 5-7 marzo 2007). Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/pdf/inicial.pdf>>

J. R. Mesa Díaz, *Estudio comparativo entre SIG propietario y SIG libre*, in *II Jornadas de SIG Libre* (Girona 3-5 marzo 2008). Consultabile all'indirizzo:
<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/4.pdf>

F. Meschini, *eContent: tradizionale, semantico o 2.0?* Consultabile all'indirizzo:
<http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/162/6/meschini_econtent_semantico_20.pdf>

M. Miller, *Creating Your First Google Maps Mashup*. Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=679546>>

M. Miller, *Googlopedia: The Ultimate Google Resource*, Que, Indianapolis, 2007.

M. Minghetti, *La nuova era della Wikinomics e i brontosauri dello scientific management*. Consultabile all'indirizzo:
<<http://marcominghetti.nova100.ilsole24ore.com/2008/08/la-nuova-era-de.html>>

P. Mogorovich, M. Rumor, *Dispense di Approfondimento del corso di Sistemi Informativi Territoriali I*, Consorzio Nettuno. Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.consorzionettuno.it/materiali/B/172/433/18/>>

M. Montesinos., J. Gaspar Sanz, *Panorama actual del ecosistema de software libre para SIG*, in *I Jornadas de SIG Libre* (Girona 5-7 marzo 2007). Consultabile all'indirizzo:
<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>>

J. F. Moufflet, *Le médiéviste et la terre selon Google Earth : deux mondes compatibles?* in "Le Médiéviste et l'ordinateur", 2006. Consultabile all'indirizzo:
<<http://lemo.irht.cnrs.fr/varia/google-earth.htm>>

M. Neri, *Una base digitalizzata per la ricerca storica su Bologna, Applicazioni GIS*, tesi di Dottorato in Storia e Informatica, Università di Bologna, a.a. 2004-2005, relatore F. Lugli, coordinatore F. Bocchi.

V. Neri, *Bologna tardoantica*, in *Bologna nell'antichità, Storia di Bologna*, vol. 1, a cura di G. Sassatelli e A. Donati, Bologna 2005.

E. Paselli, *Creación de un sistema WebGIS para el estudio de la historia de la ciudad*, in *II Jornadas de SIG Libre* (Girona 3-5 marzo 2008). Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones/9.pdf>>

C. Perez, A. L. Muñoz, *Teledetección: Nociones y Aplicaciones*, Ávila, 2006.

B. Plewe, *Web cartography in the United States* in "Cartography and Geographic Information Science", vol. 34, n. 2, 2007. Consultabile all'indirizzo:

<http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-31811001_ITM>

E. Realini, *Introduction to Chameleon*. Consultabile all'indirizzo:

<http://www.gis.ethz.ch/teaching/lecture/gis3/script/Introduction_to_Chameleon.pdf>

E. Realini, *Template file(s) for a MapServerbased webGIS*, 2007.

Consultabile all'indirizzo:

<http://geomatica.como.polimi.it/corsi/essist_info/Template_File.pdf>

C. Renso, *Web&GIS - Approfondimento su MapServer by UMN*, 2005.

Consultabile all'indirizzo:

<<http://www-kdd.isti.cnr.it/chiara/MapServer.doc>>

G. Ricci, *Bologna*, Laterza, Bari, 1980.

S. Romagnolo, *Google*, Apogeo Editore, Lavis, 2006.

G. Roncaglia, *Gli strumenti del nuovo web e l'organizzazione della ricerca in campo umanistico*. Consultabile all'indirizzo:

<http://dSPACE.unitus.it/bitstream/2067/433/1/Roncaglia_Lecce2007.pdf>

S. Rubini, *JavaScript: la guida tascabile al linguaggio di programmazione*. Apogeo Editore, Lavis, 2004.

X. Rubio Campillo, *Las herramientas SIG Libre en la investigación histórica*, in *I Jornadas de SIG Libre* (Girona 5-7 marzo 2007). Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/2pdf/1.pdf>>

D. Rumsey, M. Williams, *Historical Maps in GIS*. Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.davidrumsey.com/gis/ch01.pdf>>

G. Sassatelli, C. Morigi Govi, J. Ortalli, F. Bocchi, *Da Felsina a Bononia. Dalle origini al XII secolo*, Atlante Storico delle città italiane, Bologna, Vol. 1, Edizioni Grafis, Bologna, 1996.

P. Smith, *Take Control of Your Maps*, 2008. Consultabile all'indirizzo:

<<http://www.alistapart.com/articles/takecontrolofyourmaps>>

R. Smurra; *Città, cittadini e imposta diretta a Bologna alla fine del Duecento*, Clueb, Bologna, 2007.

R. Smurra, E. Paselli. *Bologna medievale, GIS e Google Earth: nuove forme di pubblicazione e fruizione per la ricerca*, in *Intelligenza Artificiale e Scienze della Vita*, 10^a Convegno dell'Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (Cagliari 11-13 settembre 2008), a cura di G. Armano, M. Schaerf, G. Semeraro, Cagliari 2008.

S. Steiniger, E. Bocher, *An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments*, 2008. Consultabile all'indirizzo:
<http://www.geo.unizh.ch/publications/degen/sstein_foss_desktop_gis_overview.pdf>

D. Stroffolino, *La città misurata. Tecniche e strumenti di rilevamento nei trattati a stampa del Cinquecento*, Salerno Editore, Roma, 1999.

D. Tapscott, A. D. Williams, *Wikinomics. La collaborazione di massa che sta cambiando il mondo*, Etas, Milano, 2007.

M. Trevisani, *Appunti per il corso di Cartografia e Cartografia Numerica*. Consultabile all'indirizzo:
<http://sira.arpat.toscana.it/sira/documenti/Dispensa_Cartografia.pdf>

F. Venuda, *Il GIS (Geographic Information System) in biblioteca*. Consultabile all'indirizzo:
<[http://eprints.rclis.org/archive/00008438/01/Il_GIS_\(Geographic_Information_System\)_in_biblioteca.pdf](http://eprints.rclis.org/archive/00008438/01/Il_GIS_(Geographic_Information_System)_in_biblioteca.pdf)>

SITOGRAFIA

SITI DI SOFTWARE, PROGRAMMI, PROGETTI E DOCUMENTAZIONI

Autodesk <<http://usa.autodesk.com>>
CartoWeb <<http://www.cartoweb.org/>>
CatMDEdit <<http://catmdedit.sourceforge.net/>>
Chameleon <<http://chameleon.maptools.org/>>
Chameleon Community <<http://lists.maptools.org/pipermail/chameleon/>>
DM Solutions Group <<http://www.dmsolutions.ca/index.html>>
Deegree <<http://www.deegree.org/>>
Er Mapper <<http://www.ermapper.com/>>
Esri <<http://www.esri.com>>
GeoNetwork <<http://geonetwork-opensource.org/>>
GeoServer <<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>>
Google Earth <<http://earth.google.com/>>
Google Earth API Developer's Guide
<<http://code.google.com/intl/it/apis/earth/documentation/index.html>>
Google Maps <<http://maps.google.com/>>
Google Maps API Concepts
<<http://code.google.com/intl/it/apis/maps/documentation/>>
Google Sketchup <<http://sketchup.google.com/>>
Grass <<http://grass.itc.it/>>
gvSIG <<http://www.gvsig.gva.es/>>
Guida dell'utente di Google Earth. <<http://earth.google.it/userguide/v5/>>
Intergraph <<http://www.intergraph.com/global/it/>>
Jump Project <<http://www.jump-project.org/>>
Ka-Map <<http://ka-map.maptools.org/>>
Live Search Maps <<http://maps.live.it/>>
MapAnalyst <<http://mapanalyst.cartography.ch/>>
Mapbender <http://www.mapbender.org/index.php/Main_Page>
Map Builder <<http://www.mapbuilder.net/>>
MapGuide <<http://mapguide.osgeo.org/>>

MapInfo <<http://www.mapinfo.com/>>
 MapServer <<http://mapserver.org/>>
 MapServer Documentation <<http://mapserver.org/documentation.html>>
 MapWindow <<http://www.mapwindow.org/mapwingis.php>>
 Maptools <<http://www.maptools.org/index.phtml>>
 MySQL <<http://www.mysql.com/>>
 OpenLayers <<http://openlayers.org/>>
 OpenLayers Documentation <<http://openlayers.org/doc/>>
 OpenLayers Example <<http://openlayers.org/dev/examples/>>
 Open Source Geospatial Foundation <<http://www.osgeo.org/>>
 PostGIS <<http://postgis.refrations.net/>>
 QGIS <<http://www.qgis.org/>>
 SAGA <<http://www.saga-gis.uni-goettingen.de/html/index.php?newlang=spa>>
 Sextante <<http://www.sextantgis.com/>>
 Shp2kml <<http://www.zonums.com/shp2kml.html>>
 Simile Project <<http://simile.mit.edu/timeline/>>
 Timeline Documentation
 <<http://simile.mit.edu/timeline/docs/>>
 <<http://code.google.com/p/simile-widgets/wiki/Timeline>>
 uDig <<http://udig.refrations.net/confluence/display/UDIG/Home>>
 Yahoo Local Maps <<http://maps.yahoo.com/>>
 WinTopo <www.wintopo.com/>
 World Wind <<http://worldwind.arc.nasa.gov/>>

SITI DEI PROGETTI STORICI CITATI NEL CAPITOLO 1

ALPAGE : AnaLyse diachronique de l'espace urbain Parisien,
 approche GEomatique
 <<http://lamop.univ-paris1.fr/W3/lamopII.Alpage.htm>>

A vision of Britain through Time
 <<http://www.visionofbritain.org.uk/index.jsp>>

China Historical GIS
 <<http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>>

Progetto storico-archeologico per la città di Firenze

<<http://www.archeofirenze.unisi.it/index.html>>

WEB GIS Catasto Gregoriano di Roma

<<http://www.dipsuwebGIS.uniroma3.it/gregoriano/#>>

SITI ISTITUZIONALI

Archivio di Stato di Bologna

<<http://www.archiviodistatobologna.it/>>

Archivio di Stato di Roma

<<http://www.cflr.beniculturali.it/Imago/index.html>>

«Centro “Gina Fasoli” per la Storia della Città»

<<http://www.centrofasoli.unibo.it/>>

SIT - Comune di Bologna

<<http://urp.comune.bologna.it/PortaleSIT/portalesit.nsf/#>>

Storia e Informatica

<<http://www.storiaeinformatica.it>>

APPENDICE

Vengono riportati di seguito il contenuto dei file html e il mapfile utilizzati per creare il servizio WebGIS. Come sa chi lavora per la creazione di siti web i file sono in continuo cambiamento nel tentativo di ottenere un risultato sempre migliore.

bologna_nella_storia.phtml

```
1  <?php
2  /*
3   * this is a sample of a minimal application script required to
4   * get a chameleon application running with a template and a
5   * local map file. Most applications should actually just
6   * copy this file and modify the template and mapfile
7   * parts and should not need to do a lot more here.
8   */
9   include( "../..//htdocs/chameleon.php" );
10
11
12   $szTemplate = "../bologna nella storia.html";
13   $szMapFile = "../map/BOLOGNA.map";
14
15   class SampleApp extends Chameleon
16   {
17       function SampleApp()
18       {
19           parent::Chameleon();
20           $this->moMapSession = new MapSession RW;
21           $this->moMapSession->setTempDir( getSessionSavePath() );
22       }
23   }
24
25   $oApp = new SampleApp();
26   $oApp->registerSkin( 'skins/sample' );
27   $oApp->CWCInitialize( $szTemplate, $szMapFile );
28   $oApp->CWCExecute();
29   ?>
30
```

bologna_nella_storia.html

```
1  <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
2  <html>
3  <head>
4  <title>Bologna nella Storia</title>
5  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
  charset=iso-8859-1">
6
7  <cwc2 type="SharedResource" name="projection">
8    <projection name="NAD 83 / Geographic" srs="epsg:4269"/>
9    <projection name="WGS 84 / Geographic" srs="epsg:4326"/>
10   <projection name="WGS 84 / Auto UTM" srs="AUTO:42001"/>
11   <projection name="WGS 84 / Auto Tr. Mercator" srs="AUTO:42002"/>
12   <projection name="WGS 84 / Auto Orthographic" srs="AUTO:42003"/>
13   <projection name="WGS 84 / Auto Equirectangular" srs="AUTO:42004"/>
14   <projection name="WGS 84 / LCC Canada" srs="epsg:42101"/>
15   <projection name="NAD 83 / NRCan LCC Canada" srs="epsg:42304"
  default="true"/>
16 </cwc2>
17
18 <!-- Button Resource for Pan Arrows -->
19 <cwc2 type="SharedResource" name="PanArrows">
20   <imagewidth value="50"/>
21   <imageheight value="50"/>
22   <labelfont value="fonts/Vera.ttf"/>
23   <usetextbuttoncache value="false"/>
24   <state value="normal">
25     <textbuttoncolor value="f0f0f0"/>
26   </state>
27   <state value="hover">
28     <textbuttoncolor value="cccccc"/>
29   </state>
30   <state value="selected">
31     <textbuttoncolor value="cccccc"/>
32   </state>
33 </cwc2>
34
35 <!-- Button Resource for Tabs -->
36 <cwc2 type="SharedResource" name="Tabs">
37   <imagewidth value="60"/>
38   <imageheight value="10"/>
39   <textbuttonpadding value="0"/>
40   <textbuttonnudge value="0"/>
41   <labelfont value="fonts/Vera.ttf"/>
42   <usetextbuttoncache value="false"/>
43   <state value="normal">
44     <textbuttoncolor value="f0f0f0"/>
45     <textbuttonborder topleft image value=
  "borders/border tl 1.png"/>
46     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_1.png"/>
47     <textbuttonborder topright image value=
  "borders/border tr 1.png"/>
48     <textbuttonborder right image value="borders/border r 1.png"/>
49     <textbuttonborder_left_image value="borders/border_l_1.png"/>
50   </state>
51   <state value="hover">
52     <textbuttoncolor value="cccccc"/>
53     <textbuttonborder topleft image value=
  "borders/border tl 2.png"/>
54     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_2.png"/>
55     <textbuttonborder topright image value=
  "borders/border tr 2.png"/>
56     <textbuttonborder right image value="borders/border r 2.png"/>
57     <textbuttonborder_left_image value="borders/border_l_2.png"/>
58   </state>
59   <state value="selected">
60     <textbuttoncolor value="cccccc"/>
61     <textbuttonborder topleft image value=
  "borders/border tl 3.png"/>
62     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_3.png"/>
63     <textbuttonborder topright image value=
  "borders/border tr 3.png"/>
64     <textbuttonborder right image value="borders/border r 3.png"/>
65     <textbuttonborder_left_image value="borders/border_l_3.png"/>
66   </state>
```

bologna_nella_storia.html

```
67 </cwc2>
68
69 <!-- defaults for NavButton -->
70 <cwc2 type="SharedResource" name="NavButtons">
71   <textbuttonbackgroundimage value=""/>
72   <imagewidth value="24"/>
73   <imageheight value="24"/>
74   <textbuttonpadding value="0"/>
75   <textbuttonnudge value="0"/>
76   <textbuttoncolor value="cccccc"/>
77   <labelcolor value="111111"/>
78   <labelfont value="fonts/Vera.ttf"/>
79   <labelalign value="left"/>
80   <labelfontsize value="8"/>
81   <labelantialias value="true"/>
82   <usetextbuttoncache value="false"/>
83   <state value="normal">
84     <textbuttoncolor value="f0f0f0"/>
85     <textbuttonborder topleft image value=
86       "borders/border tl 1.png"/>
87     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_1.png"/>
88     <textbuttonborder topright image value=
89       "borders/border tr 1.png"/>
90     <textbuttonborder right image value="borders/border_r 1.png"/>
91     <textbuttonborder left image value="borders/border_l_1.png"/>
92     <textbuttonborder bottomright_image value=
93       "borders/border br 1.png"/>
94     <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_1.png"/>
95     <textbuttonborder bottomleft_image value=
96       "borders/border_bl_1.png"/>
97   </state>
98   <state value="hover">
99     <textbuttonborder topleft image value=
100       "borders/border tl 2.png"/>
101     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_2.png"/>
102     <textbuttonborder topright image value=
103       "borders/border tr 2.png"/>
104     <textbuttonborder right image value="borders/border_r 2.png"/>
105     <textbuttonborder left image value="borders/border_l_2.png"/>
106     <textbuttonborder bottomright_image value=
107       "borders/border br 2.png"/>
108     <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_2.png"/>
109     <textbuttonborder bottomleft_image value=
110       "borders/border_bl_2.png"/>
111   </state>
112   <state value="selected">
113     <textbuttonborder topleft image value=
114       "borders/border tl 3.png"/>
115     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_3.png"/>
116     <textbuttonborder topright image value=
117       "borders/border tr 3.png"/>
118     <textbuttonborder right image value="borders/border_r 3.png"/>
119     <textbuttonborder left image value="borders/border_l_3.png"/>
120     <textbuttonborder bottomright_image value=
121       "borders/border br 3.png"/>
122     <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_3.png"/>
123     <textbuttonborder bottomleft_image value=
124       "borders/border_bl_3.png"/>
125   </state>
126   <state value="disabled">
127     <labelcolor value="888888"/>
128     <textbuttonborder topleft image value=
129       "borders/border tl 1.png"/>
130     <textbuttonborder top image value="borders/border_t_1.png"/>
131     <textbuttonborder topright image value=
132       "borders/border tr 1.png"/>
133     <textbuttonborder right image value="borders/border_r 1.png"/>
134     <textbuttonborder left image value="borders/border_l_1.png"/>
135     <textbuttonborder bottomright_image value=
136       "borders/border br 1.png"/>
137     <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_1.png"/>
```


bologna_nella_storia.html

```
123         <textbuttonborder bottomleft_image value=
124             "borders/border_bl_1.png"/>
125     </cwc2>
126
127     <!-- defaults for Text Buttons -->
128     <cwc2 type="SharedResource" name="TextButtons">
129         <textbuttonbackgroundimage value=""/>
130         <imagewidth value="125"/>
131         <imageheight value="24"/>
132         <textbuttonpadding value="0"/>
133         <textbuttonnudge value="0"/>
134         <labelcolor value="f1e255"/>
135         <labelfont value="fonts/Vera.ttf"/>
136         <labelalign value="left"/>
137         <labelfontsize value="8"/>
138         <labelantialias value="true"/>
139         <usetextbuttoncache value="false"/>
140         <state value="normal">
141             <textbuttoncolor value="f0f0f0"/>
142             <textbuttonborder topleft_image value=
143                 "borders/border_tl_1.png"/>
144             <textbuttonborder top_image value="borders/border_t_1.png"/>
145             <textbuttonborder topright_image value=
146                 "borders/border_tr_1.png"/>
147             <textbuttonborder right_image value="borders/border_r_1.png"/>
148             <textbuttonborder left_image value="borders/border_l_1.png"/>
149             <textbuttonborder bottomright_image value=
150                 "borders/border_br_1.png"/>
151             <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_1.png"/>
152             <textbuttonborder bottomleft_image value=
153                 "borders/border_bl_1.png"/>
154         </state>
155         <state value="hover">
156             <textbuttoncolor value="cccccc"/>
157             <textbuttonborder topleft_image value=
158                 "borders/border_tl_2.png"/>
159             <textbuttonborder top_image value="borders/border_t_2.png"/>
160             <textbuttonborder topright_image value=
161                 "borders/border_tr_2.png"/>
162             <textbuttonborder right_image value="borders/border_r_2.png"/>
163             <textbuttonborder left_image value="borders/border_l_2.png"/>
164             <textbuttonborder bottomright_image value=
165                 "borders/border_br_2.png"/>
166             <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_2.png"/>
167             <textbuttonborder bottomleft_image value=
168                 "borders/border_bl_2.png"/>
169         </state>
170         <state value="selected">
171             <textbuttoncolor value="cccccc"/>
172             <textbuttonborder topleft_image value=
173                 "borders/border_tl_3.png"/>
174             <textbuttonborder top_image value="borders/border_t_3.png"/>
175             <textbuttonborder topright_image value=
176                 "borders/border_tr_3.png"/>
177             <textbuttonborder right_image value="borders/border_r_3.png"/>
178             <textbuttonborder left_image value="borders/border_l_3.png"/>
179             <textbuttonborder bottomright_image value=
180                 "borders/border_br_3.png"/>
181             <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_3.png"/>
182             <textbuttonborder bottomleft_image value=
183                 "borders/border_bl_3.png"/>
184         </state>
185         <state value="disabled">
186             <labelcolor value="888888"/>
187             <textbuttonborder topleft_image value=
188                 "borders/border_tl_1.png"/>
189             <textbuttonborder top_image value="borders/border_t_1.png"/>
190             <textbuttonborder topright_image value=
191                 "borders/border_tr_1.png"/>
192             <textbuttonborder right_image value="borders/border_r_1.png"/>
193             <textbuttonborder left_image value="borders/border_l_1.png"/>
```


bologna_nella_storia.html

```
180         <textbuttonborder bottomright_image value=
            "borders/border_br_1.png"/>
181         <textbuttonborder_bottom_image value="borders/border_b_1.png"/
            >
182         <textbuttonborder bottomleft_image value=
            "borders/border_bl_1.png"/>
183     </state>
184 </cwc2>
185
186 <cwc2 type="SharedResource" name="MiniButton">
187     <imagewidth value="9"/>
188     <imageheight value="9"/>
189     <state value="normal">
190         <textbuttoncolor value="FFFFFF"/>
191     </state>
192     <state value="hover">
193         <textbuttoncolor value="CCCCCC"/>
194     </state>
195     <state value="selected">
196         <textbuttoncolor value="DDDDDD"/>
197     </state>
198 </cwc2>
199
200
201 <cwc2 type="SharedResource" name="WaitImage">
202     <waitimage language="en-CA" waitimage="images/spinner.gif"
        waitimagewidth="216" waitimageheight="50"/>
203     <waitimage language="fr-CA" waitimage="images/spinner_f.gif"
        waitimagewidth="216" waitimageheight="50"/>
204 </cwc2>
205 <cwc2 type="SelectLayers" />
206
207 <script language="JavaScript" type="text/javascript">
208 function myOnLoad()
209 {
210     CWC2OnLoadFunction()
211 }
212 </script>
213 <script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
214 <!--
215 function MM reloadPage(init) { //reloads the window if Nav4 resized
216     if (init==true) with (navigator) {if
        ((appName=="Netscape")&&(parseInt(appVersion)==4)) {
217         document.MM_pgW=innerWidth; document.MM_pgH=innerHeight;
        onresize=MM reloadPage; }}
218     else if (innerWidth!=document.MM_pgW ||
        innerHeight!=document.MM_pgH) location.reload();
219 }
220 MM reloadPage(true);
221 //-->
222 </script>
223 <link href="bologna.css" rel="stylesheet" type="text/css">
224 </head>
225
226 <!--BODY -->
227 <body onLoad="myOnLoad()" bgcolor="#333333">
228 <form method="post">
229
230 <input type="hidden" name="TopTabsLayerActive" value=
    "[$TopTabsLayerActive$]">
231 <input type="hidden" name="SideTabsLayerActive" value=
    "[$SideTabsLayerActive$]">
232
233
234 <!-- SESSIONEXPIRED -->
235 <cwc2 type="SessionExpired" text="Your session has expired.">
236 </cwc2>
237 </div>
238
239 <!-- BANNER -->
240 <table bgcolor="#99a1a1" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0"
    width="790"align="center">
241     <tr>
242         <td bgcolor="black" width="170" >
243             <font face="verdana" color="#ffffff" size="1">ALMA MATER STUDIORUM
```

bologna_nella_storia.html

```
244     <br>UNIVERSITÀ DI BOLOGNA<br>
245     <br>DIPARTIMENTO DI
246     <br>DISCIPLINE STORICHE</font>
247 </td>
248 <td align="center">
249     <al=" " cl="./panorama pic return.gif" h="70" ht=
        ". /panorama pic return.gif" t="Button" w="500">
250     <a href="http://www.centrofasoli.unibo.it/index.html"
        onmouseover="return CSIShow(/ *CMP*/ 'button9',1)" onmouseout=
        "return CSIShow(/ *CMP*/ 'button9',0)" onclick=
        "CSIShow(/ *CMP*/ 'button9',2);return CSButtonReturn()" ><img src=
        ". /panorama pic.gif" name="button9" alt=" " border="0" height="70"
        width="500"></a>
251 </td>
252 <td bgcolor="black" width="170" align="right">
253 </td>
254 </tr>
255 </table>
256
257 <!-- STRUMENTI DI NAVIGAZIONE -->
258 <div id="NavToolsLayer" name="NavToolsLayer">
259     <table border="0" cellspacing="4" cellpadding="0">
260         <tr>
261             [#navigazione.html#]
262         </tr>
263     </table>
264 </div>
265
266 <!-- LEGENDA -->
267 <div id="LegendLayer" name="LegendLayer">
268     <table>
269         <tr>
270             <cwc2 type="XMLThemeLegend" popupwidth="400" popupheight="400"
                >
271                 <selection name="SampleLegend" template=" " themefile=
                    "themes.xml" contextfile=" " renderfile=
                    "themes_renderer.html" />
272             </cwc2>
273         </tr>
274     </table>
275 </div>
276
277 <!-- AGGIORNA -->
278 <div id="Aggiorna" name="Aggiorna">
279     <cwc2 type="UpdateMap" styleresource="TextButtons" visible="true"
        image="icons/icon_update.png" imagetip="update map" label="Aggiorna la
        Mappa">
280         <image state="normal"/>
281         <image state="selected"/>
282         <image state="hover"/>
283     </cwc2>
284 </div>
285
286
287 <!-- PANNELLO2 -->
288 <div id="Pannello2">
289     </img></div>
290
291 <!-- PANNELLO -->
292 <div id="Pannello">
293     </img></div>
294
295 <!-- FRECCHE DI NAVIGAZIONE -->
296 <div id="PanArrowsLayer" name="PanArrowsLayer">
297     <table width="468" height="368" border="0" cellpadding="0"
        cellspacing="0" bgcolor="f0f0f0" class="grey_border">
298         <tr valign="top">
299             <!-- COMPASSPOINT - NORTHWEST -->
300             <td align="left"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
                styleresource="PanArrows" Direction="northwest" image=
                "icons/icon_pan_nw.png" PanPercent="80" imagetip="Pan NorthWest"
                >
301                 <image state="normal"/>
302                 <image state="hover"/>
303                 <image state="selected"/>
```


bologna_nella_storia.html

```
304         </cwc2></td>
305         <!-- COMPASSPOINT - NORTH -->
306         <td align="center"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
307         styleresource="PanArrows" Direction="north" image=
308         "icons/icon_pan_n.png" PanPercent="80" imagetip="Pan North">
309             <image state="normal"/>
310             <image state="hover"/>
311             <image state="selected"/>
312         </cwc2></td>
313         <!-- COMPASSPOINT - NORTHEAST -->
314         <td align="right"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
315         styleresource="PanArrows" Direction="northeast" image=
316         "icons/icon_pan_ne.png" PanPercent="80" imagetip="Pan NorthEast"
317         >
318             <image state="normal"/>
319             <image state="hover"/>
320             <image state="selected"/>
321         </cwc2></td>
322     </tr>
323     <tr valign="middle">
324         <!-- COMPASSPOINT - WEST -->
325         <td align="left"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
326         styleresource="PanArrows" Direction="west" image=
327         "icons/icon_pan_w.png" PanPercent="80" imagetip="Pan West">
328             <image state="normal"/>
329             <image state="hover"/>
330             <image state="selected"/>
331         </cwc2></td>
332         <td align="center">&nbsp;</td>
333         <!-- COMPASSPOINT - EAST -->
334         <td align="right"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
335         styleresource="PanArrows" Direction="east" image=
336         "icons/icon_pan_e.png" PanPercent="80" imagetip="Pan East">
337             <image state="normal"/>
338             <image state="hover"/>
339             <image state="selected"/>
340         </cwc2></td>
341     </tr>
342     <tr valign="bottom">
343         <!-- COMPASSPOINT - SOUTHWEST -->
344         <td align="left"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
345         styleresource="PanArrows" Direction="southwest" image=
346         "icons/icon_pan_sw.png" PanPercent="80" imagetip="Pan SouthWest"
347         >
348             <image state="normal"/>
349             <image state="hover"/>
350             <image state="selected"/>
351         </cwc2></td>
352         <!-- COMPASSPOINT - SOUTH -->
353         <td align="center"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
354         styleresource="PanArrows" Direction="south" image=
355         "icons/icon_pan_s.png" PanPercent="80" imagetip="Pan South">
356             <image state="normal"/>
357             <image state="hover"/>
358             <image state="selected"/>
359         </cwc2></td>
360         <!-- COMPASSPOINT - SOUTHEAST -->
361         <td align="right"><cwc2 type="CompassPoint" Visible="true"
362         styleresource="PanArrows" Direction="southeast" image=
363         "icons/icon_pan_se.png" PanPercent="80" imagetip="Pan SouthEast"
364         >
365             <image state="normal"/>
366             <image state="hover"/>
367             <image state="selected"/>
368         </cwc2></td>
369     </tr>
370 </table>
371 </div>
372
373 <!-- MAPPA -->
374 <div id="MainMapLayer" name="MainMapLayer">
375 <cwc2 type="MapDHTML" visible="true" width="450" height="350"
376 allowresize="true" marqueecolor="FF3333" marqueewidth="2" minscale="1"
377 bordercolor="#ffffff" borderwidth="0"/></div>
378
```

bologna_nella_storia.html

```
360 <!--MAPPETTA -->
361 <div id="ReferenceLayer" name="ReferenceLayer" COLOR="-1 -1 -1"
    OUTLINECOLOR="230 133 38">
362
363 <cwc2 type="KeyMapDHTML" image="images/mapref.png"/>
364 <cwc2 type="KeyMapDHTMLMode" image="icons/icon mini zoom.png"
    imagewidth="9" imageheight="9" styleresource="MiniButton" mode="zoom"
    toolset="keymap" default="true">
365     <image state="normal"/>
366     <image state="hover"/>
367     <image state="selected">
368 </cwc2>
369 <cwc2 type="KeyMapDHTMLMode" image="icons/icon mini pan.png"
    imagewidth="9" imageheight="9" styleresource="MiniButton" mode=
    "recenter" toolset="keymap">
370     <image state="normal"/>
371     <image state="hover"/>
372     <image state="selected">
373 </cwc2>
374 </div>
375
376 <!-- IMMISSIONE SCALA -->
377 <div id="MapTipsLayer" name="MapTipsLayer"></div>
378
379 <!-- SCALE PREDEFINITE-->
380 <div id="ScaleZoomLayer" name="ScaleZoomLayer">
381 <table border="0" cellpadding="2" cellspacing="0">
382 <tr><td><span class="label">Scale<br>Zoom:</span></td>
383 <td colspan="2"><cwc2 type="ScaleZoom" IncreaseImage=
    "images/zoom h in.gif" DecreaseImage="images/zoom_h_out.gif"
    PutTableTags="true">
384 <ZOOMVALUE SCALE="22000" IMAGE="images/zoom_h_1.gif" IMAGEWIDTH="14"
    IMAGEHEIGHT="22"/>;
385 <ZOOMVALUE SCALE="44000" IMAGE="images/zoom_h_2.gif" IMAGEWIDTH="14"
    IMAGEHEIGHT="22"/>;
386 <ZOOMVALUE SCALE="66500" IMAGE="images/zoom_h_3.gif" IMAGEWIDTH="14"
    IMAGEHEIGHT="22"/>;
387 <ZOOMVALUE SCALE="88500" IMAGE="images/zoom_h_4.gif" IMAGEWIDTH="14"
    IMAGEHEIGHT="22"/>;
388 <ZOOMVALUE SCALE="178250" IMAGE="images/zoom_h_5.gif" IMAGEWIDTH="14"
    IMAGEHEIGHT="22"/>;
389 </cwc2>
390 </td>
391 </tr>
392 <tr>
393 <td><span class="label">Ground<br>Scale:</span></td>
394 <td><cwc2 type="Scale" /></td>
395 <td><cwc2 type="UpdateMap" styleresource="NavButtons" visible="true"
    image="icons/icon update.png" imagetip="Apply scale">
396     <image state="normal"/>
397     <image state="selected"/>
398     <image state="hover"/>
399 </cwc2></td>
400 </tr>
401 </table></div>
402
403 <!-- include the javascript code that manages the DHTML layers -->
404 <script language="JavaScript" src="sample.js" type="text/javascript">
    </script>
405
406 </form>
407 </body>
408 </html>
409
```

BOLOGNA.map

```

1  # MapServer map file uses the pound sign (#) to denote the start of a
   line
2  # comment--each line that needs to be commented has to be prepended
   with a "#".
3  #
4  # Map files begin with MAP keyword to signify the start of the map
   object.
5  # Well, the entire map file is THE map object.  Enclosed between MAP
   and END
6  # at the very bottom of this map file, are keyword/value pairs and
   other
7  # objects.
8  MAP
9      IMAGETYPE          PNG
10     EXTENT              684672.71 928492.43 688169.84 931112.90
11     SIZE                450 350
12     SHAPEPATH           "../data"
13     SYMBOLSET            "../etc/symbols35.sym"
14     FONTSET              "../fonts/fonts.list"
15     IMAGECOLOR           255 255 255
16     WEB
17         TEMPLATE 'sample basic.html'
18         IMAGEPATH '/ms4w/tmp/ms_tmp/'
19         IMAGEURL    '/ms_tmp/'
20     END
21     PROJECTION
22         "init=epsg:2215"
23     END # This is the ending of the output projectio
24     LEGEND
25         KEYSIZE 12 12
26         LABEL
27             TYPE BITMAP
28             SIZE MEDIUM
29             COLOR 0 0 89
30         END
31         STATUS ON
32     END
33     SYMBOL
34         NAME "n arrow"
35         TYPE pixmap
36         IMAGE "../htdocs/images/north.png"
37     END
38     REFERENCE
39         IMAGE 'htdocs/images/mapref.png' # The reference image
40         SIZE 120 93 # The size of the reference image in pixels
41         EXTENT 684672.71 928492.43 688169.84 931112.90 # The extent of the
           reference image in map units
42         STATUS ON
43         MINBOXSIZE 10 # How small can the reference box be before it gets
           drawn as a point, in pixels
44         MAXBOXSIZE 150 # The maximum size of the reference box, in pixels
45         COLOR 230 133 38 # The reference box fill color, negative numbers
           mean transparent
46         OUTLINECOLOR 128 0 0 # The reference box outline color
47         MARKERSIZE 8 # The size of the point marker
48         MARKER 'star' # The marker symbol
49     END
50     SCALEBAR
51         IMAGECOLOR 211 211 211
52         OUTLINECOLOR 140 33 90
53         LABEL
54             COLOR 140 33 90
55             SIZE TINY
56         END
57         POSITION 11
58         STYLE 0
59         SIZE 200 2
60         COLOR 140 33 90
61         UNITS meters
62         INTERVALS 5
63         TRANSPARENT false
64         STATUS EMBED
65     END # Scalebar object ends
66     QUERYMAP
67         SIZE 200 150

```


BOLOGNA.map

```
68     STATUS ON
69     STYLE HILITE # SELECTED | NORMAL
70     COLOR 255 0 0
71 END
72 # Inizio dei Layer -----
73 LAYER
74     NAME           strade ghetto
75     DATA          GHETTO/strade_ghetto
76     STATUS         off
77     TYPE           POLYGON
78     GROUP          Ghetto
79     CLASS
80         NAME       "Strade del Ghetto"
81         STYLE
82             COLOR           255 134 25
83         END
84     END
85 END
86 LAYER
87     NAME           Edifici
88     DATA          CTC/ctc_edifici
89     STATUS         default
90     TYPE           POLYGON
91     CLASS
92         NAME       edifici
93         STYLE
94             COLOR           223 223 223
95             OUTLINECOLOR 143 143 143
96         END
97     END
98 END
99 LAYER
100    NAME           caserme
101    DATA          CASERME/caserme_austriaci
102    STATUS         off
103    GROUP          Caserme
104    TYPE           POLYGON
105    CLASS
106        NAME       "Caserme Austriaci"
107        STYLE
108            COLOR           178 0 0
109            OUTLINECOLOR 102 0 0
110        END
111    END
112 END
113 LAYER
114     NAME           porta ghetto
115     DATA          GHETTO/porte_ghetto
116     STATUS         off
117     TYPE           POLYGON
118     GROUP          Ghetto
119     CLASS
120         NAME       "Porte del Ghetto"
121         STYLE
122             COLOR           178 84 0
123             OUTLINECOLOR 102 48 0
124         END
125     END
126 END
127 LAYER
128     NAME           chiaviche
129     DATA          CHIAVICHE/chiaviche
130     STATUS         off
131     TYPE           LINE
132     GROUP          Rete
133     CLASS
134         NAME       "Chiaviche"
135         STYLE
136             COLOR           153 153 255
137         END
138     END
139 END
140 LAYER
141     NAME           rete idrica
142     DATA          RETE_IDRICA/rete_idrica
```

BOLOGNA.map

```
143     STATUS      off
144     TYPE         LINE
145     GROUP        Rete
146     CLASS
147         NAME      "Rete Idrica"
148         STYLE
149             SYMBOL 'line1'
150             COLOR  0 0 255
151     END
152 END
153
154 LAYER
155     NAME      selenite torri
156     DATA     SELENITE/selenite_torri
157     STATUS    off
158     TYPE      POLYGON
159     CLASS
160         NAME      "Torri delle mura di selenite"
161         STYLE
162             COLOR  101 42 0
163             OUTLINECOLOR 0 0 0
164     END
165 END
166
167 LAYER
168     NAME      selenite fossati
169     DATA     SELENITE/selenite_fossati
170     STATUS    off
171     TYPE      LINE
172     GROUP     Mura
173     CLASS
174         NAME      "Fossati delle mura di selenite"
175         STYLE
176             COLOR  115 178 255
177             OUTLINECOLOR 32 32 32
178     END
179 END
180
181 LAYER
182     NAME      selenite mura
183     DATA     SELENITE/selenite_mura
184     STATUS    off
185     TYPE      LINE
186     GROUP     Mura
187     CLASS
188         NAME      "Mura di selenite"
189         STYLE
190             SYMBOL 'line1'
191             COLOR  178 84 0
192             OUTLINECOLOR 102 48 0
193     END
194 END
195
196 LAYER
197     NAME      mura torresotti
198     DATA     CERCHIA_TORRESOTTI/mura
199     STATUS    off
200     TYPE      LINE
201     GROUP     Mura
202     CLASS
203         NAME      "Circla"
204         STYLE
205             COLOR  178 84 0
206             OUTLINECOLOR 255 54 54
207     END
208 END
209
210 LAYER
211     NAME      strade
212     DATA     CERCHIA_TORRESOTTI/strade
213     STATUS    off
214     TYPE      POLYGON
215     GROUP     Mura
216     CLASS
217         NAME      "Strade Torresotti"
```

BOLOGNA.map

```
218     STYLE
219     COLOR      231 192 104
220     OUTLINECOLOR 155 124 54
221     END
222   END
223 END
224 LAYER
225   NAME      torri
226   DATA      CERCHIA_TORRESOTTI/torre
227   STATUS      off
228   TYPE      POLYGON
229   GROUP      Mura
230   CLASS
231     NAME      "Torri dei Torresotti"
232     STYLE
233     COLOR      101 42 0
234     OUTLINECOLOR 0 0 0
235     END
236   END
237 END
238 LAYER
239   NAME      termini
240   DATA      CERCHIA_TORRESOTTI/termini
241   STATUS      off
242   TYPE      POINT
243   GROUP      Mura
244   CLASS
245     NAME      "Termini dei Torresotti"
246     STYLE
247     SYMBOL      'circle'
248     COLOR      54 155 83
249     OUTLINECOLOR 12 78 31
250     SIZE      7
251     END
252   END
253 END
254 LAYER
255   NAME      Circla
256   DATA      MURA_3/3_mura
257   STATUS      off
258   TYPE      LINE
259   GROUP      Mura
260   CLASS
261     NAME      "Circla"
262     STYLE
263     SYMBOL      'line1'
264     COLOR      178 84 0
265     OUTLINECOLOR 255 54 54
266   END
267   END
268 END
269 LAYER
270   NAME      Parrocchie
271   DATA      PARROCCHIE_M/parrocchie
272   STATUS      off
273   TYPE      POINT
274   GROUP      Mura
275   CLASS
276     COLOR      178 84 0
277   END
278 END
279 LAYER
280   NAME      Catasto
281   DATA      CATASTO_P/catasto_p
282   STATUS      off
283   TYPE      POLYGON
284   GROUP      Mura
285   CLASS
286     COLOR      254 99 188
287     OUTLINECOLOR 101 5 60
288   END
289   END
290 END
291 LAYER
292   NAME      atlante_storico
```

BOLOGNA.map

```
293 DATA ATLANTE_STORICO/atlante_storico_link
294 HEADER
295 "NOME^NOME|TIPOLOGIA^TIPOLOGIA|DOCUMENTO^DOCUMENTO|LINK^IMMAGINE"
296 STATUS on
297 TYPE POLYGON
298 GROUP Emergenze
299 CLASSITEM TIPOLOGIA
300 CLASS
301 EXPRESSION "EMERGENZA ARCHITETTONICA"
302 NAME "Emergenze architettoniche"
303 TEMPLATE 'ttd_query.html'
304 STYLE
305 COLOR 255 197 98
306 OUTLINECOLOR 255 174 89
307 END
308 END
309 CLASS
310 EXPRESSION "PRESENZE INCERTE ANTERIORI AL 1833"
311 NAME "presenze incerte anteriori al 1833"
312 TEMPLATE 'ttd_query.html'
313 STYLE
314 SYMBOL 'line3'
315 OUTLINECOLOR 159 80 0
316 END
317 END
318 CLASS
319 EXPRESSION "PRESENZE ANTERIORI AL 1833"
320 NAME "presenze anteriori al 1833"
321 TEMPLATE 'ttd_query.html'
322 STYLE
323 OUTLINECOLOR 0 64 128
324 END
325 END
326 LAYER
327 NAME "n arrow"
328 STATUS DEFAULT
329 TRANSFORM FALSE
330 TYPE POINT
331 FEATURE
332 POINTS 435 335 END
333 END
334 CLASS
335 STYLE
336 SYMBOL "n_arrow"
337 END
338 END
339 END
340 END
```

bologna.css

```
1  #TitleLayer {
2      position:absolute;
3      left:10px;
4      top:10px;
5      width:100%;
6      height:50px;
7      z-index:1;
8      /* visibility:hidden; */
9  }
10
11 #TopTabsLayer {
12     position:absolute;
13     left:200px;
14     top:78px;
15     width:420;
16     height:12px;
17     z-index:1;
18     padding:0px;
19     margin:0px;
20     border-bottom: 1px solid #cccccc;
21 }
22
23 #NavToolsLayer {
24     position:absolute;
25     background-color:#e68526;
26     left:50%;
27     top:91px;
28     width:470;
29     height:32px;
30     padding:0px;
31     margin:0px;
32     z-index:2;
33     margin-left:-235px;
34 }
35
36
37 #LanguageLayer {
38     position:absolute;
39     left:10px;
40     top:52px;
41     width:180;
42     height:24px;
43     z-index:1;
44     padding:0px;
45     margin:0px;
46 }
47
48 #SideTabsLayer {
49     position:absolute;
50     left:265px;
51     top:168px;
52     width:180;
53     height:12px;
54     z-index:1;
55     padding:0px;
56     margin:0px;
57     border-bottom: 1px solid #cccccc;
58 }
59
60 #LegendLayer {
61     position:absolute;
62     right:50%;
63     top:180px;
64     width:160px;
65     height:280px;
66     padding:0px;
67     margin-right:240px;
68     z-index:4;
69     overflow: auto;
70 }
71
72 #Aggiorna {
73     position:absolute;
74     right:50%;
75     top:471px;
```


bologna.css

```
76     width:125px;
77     height:50px;
78     padding:0px;
79     margin-right:255px;
80     z-index:4;
81 }
82
83 #OtherToolsLayer {
84     position:absolute;
85     background-color:#ffffff;
86     left:221px;
87     top:118px;
88     width:180;
89     height:375px;
90     padding:0px;
91     margin:0px;
92     z-index:1;
93 }
94
95 #MapTipsLayer {
96     padding:0px;
97     margin:0px;
98     position:absolute;
99     left:10px;
100    top:520px;
101    width:180px;
102    height:150px;
103    z-index:1;
104 }
105
106 #ScaleZoomLayer {
107     padding:0px;
108     margin:0px;
109     position:absolute;
110     left:50%;
111     top:433px;
112     width:180px;
113     height:50px;
114     margin-left:240px;
115     z-index:3;
116 }
117
118 #Pannello {
119     padding:0px;
120     margin:0px;
121     position:absolute;
122     left:50%;
123     top:160px;
124     width:155px;
125     height:350px;
126     margin-left:240px;
127     z-index:2;
128 }
129
130 #Pannello2 {
131     padding:0px;
132     margin:0px;
133     position:absolute;
134     right:50%;
135     top:160px;
136     width:155px;
137     height:350px;
138     margin-right:240px;
139     z-index:2;
140 }
141
142 #MainMapLayer {
143     padding:0px;
144     margin:0px;
145     position:absolute;
146     right:50%;
147     top:159px;
148     width:450px;
149     height:350px;
150     margin-right:-225px;
```

bologna.css

```
151     z-index:1;
152     border: 0px none #000000;
153 }
154
155 #PanArrowsLayer {
156     padding:0px;
157     margin:0px;
158     position:absolute;
159     left:50%;
160     top:150px;
161     width:468px;
162     height:368px;
163     margin-left:-234px;
164     z-index:0;
165     background-color: cccccc;
166     layer-background-color: cccccc;
167     border: 0px none #000000;
168 }
169
170 #ReferenceLayer {
171     padding:0px;
172     margin:0px;
173     position:absolute;
174     left:50%;
175     top:198px;
176     width:120px;
177     height:93px;
178     margin-left:258px;
179     z-index:2;
180 }
181
182 .grey border {
183     border: 1px solid #cccccc;
184 }
185
186 .label
187 {
188     font-family: Verdana, Helvetica, sans-serif;
189     font-size: 10px;
190     color: #f1e255;
191 }
192
193 .title
194 {
195     font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
196     font-weight: bold;
197     font-size: 16px;
198     color: #333333;
199 }
200
201 .inputBox
202 {
203     font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
204     font-size: 10px;
205     font-weight: bold;
206     color: #000000;
207     border-width: 0px;
208     background-color: #ffffff;
209 }
210
```

navigazione.html

```
1      <!-- ZOOMFACTOR -->
2      <td><cwc2 type="ZoomFactor" visible="true" defaultfactor="2"
    minimumfactor="2" label="ZOOM FACTOR" textfieldsize="2"
    labelclass="label"></cwc2></td>
3      <!-- ZOOMIN -->
4      <td><cwc2 type="ZoomIn" visible="true" imagetip="Zoom In" image=
    "icons/icon_zoomin.png" toolset="Navigation" styleresource=
    "NavButtons">
5          <image state="normal"/>
6          <image state="hover"/>
7          <image state="selected"/>
8      </cwc2></td>
9      <!-- ZOOMOUT -->
10     <td><cwc2 type="ZoomOut" visible="true" imagetip="Zoom Out"
    image="icons/icon_zoomout.png" toolset="Navigation"
    styleresource="NavButtons">
11         <image state="normal"/>
12         <image state="hover"/>
13         <image state="selected"/>
14     </cwc2></td>
15     <!-- ZOOMALLLAYERS -->
16     <td><cwc2 type="ZoomAllLayers" visible="true" imagetip="Zoom to
    Full Extents" image="icons/icon_zoomfull.png" styleresource=
    "NavButtons">
17         <image state="normal"/>
18         <image state="hover"/>
19         <image state="selected"/>
20     </cwc2>
21 </td>
22 <!-- QUERY -->
23 <td><cwc2 type="Query" visible="true" imagetip="Identify
    Feature" PopupWidth="500" PopupHeight="600" Toolbar="false"
    Status="false" Menubar="false" RADIUS="3" MAXFEATURES="5" image=
    "icons/icon_query.png" toolset="Navigation" styleresource=
    "NavButtons" popupstyleresource="TextButtons" highlightresults=
    "false" popupresults="true" allowrectangle="true"
    persistentresults="true" submitpage="false">
24     <image state="normal"/>
25     <image state="hover"/>
26     <image state="selected"/>
27 </cwc2></td>
28 <!-- QUERY -->
29 <td><cwc2 type="ClearQueryResults" visible="true" imagetip=
    "Remove existing query results" image=
    "icons/icon_clear_query.png" styleresource="NavButtons">
30     <image state="normal"/>
31     <image state="hover"/>
32     <image state="selected"/>
33 </cwc2>
34 </td>
35 <!-- PANMAP -->
36 <td><cwc2 type="PanMap" image="icons/icon_pan.png" visible=
    "true" styleresource="NavButtons" imagetip="Pan Map" imagewidth=
    "24" imageheight="24" toolset="Navigation">
37     <image state="normal"/>
38     <image state="selected"/>
39     <image state="hover"/>
40 </cwc2>
41 </td>
42 <!-- BACK E FORWARD -->
43 <td><cwc2 type="ExtentHistory" direction="backward"
    styleresource="NavButtons" ImageTip="Go Back" image=
    "icons/icon_zoomback.png">
44     <image state="normal"/>
45     <image state="hover"/>
46     <image state="selected"/>
47     <image state="disabled" image=
    "icons/icon_zoomback_x.png"/>
48 </cwc2>
49 </td>
50 <td><cwc2 type="ExtentHistory" direction="forward"
    styleresource="NavButtons" ImageTip="Go Forward" image=
    "icons/icon_zoomforward.png">
51     <image state="normal"/>
52     <image state="hover"/>
```

navigazione.html

```
53         <image state="selected"/>
54         <image state="disabled" image=
           "icons/icon_zoomforward_x.png"/>
55     </cwc2>
56 </td>
57 <!-- MAPNOTES-->
58 <td><cwc2 type="MapNotes" visible="true" imagetip="MapNotes"
image="icons/icon_add_mapnote.png" toolset="Navigation"
styleresource="NavButtons">
59     <image state="normal"/>
60     <image state="hover"/>
61     <image state="selected"/>
62 </cwc2>
63 </td>
64 <!-- MAPSIZE -->
65 <td><cwc2 type="MapSize" visible="true" styleresource=
"NavButtons" Embedded="false" Image="icons/icon_mapsize.png"
ImageTip="Set Map Size" Label="Map Size" popintop="200"
popinleft="200">
66     <mapsize label="small" width="400" height="300"/>
67     <mapsize label="medium" width="600" height="450"/>
68     <mapsize label="large" width="800" height="600"/>
69     <mapsize label="custom ..." width="custom" height="custom"/>
70     <image state="normal"/>
71     <image state="selected"/>
72     <image state="hover"/>
73 </CWC2>
74 </td>
75 <!-- MAPTIPS -->
76 <script type="text/javascript">
77 function myMaptipsOver(e, content)
78 {
79     e = (e)?e:((event)?event:null);
80     var d = document.getElementById('myMaptipsLayer');
81     if (d == null)
82     {
83         d = document.createElement( 'div' );
84         d.id = 'myMaptipsLayer';
85         document.body.appendChild(d);
86         d.setAttribute( 'style', 'position:absolute;
top:-1000px; left:-1000px; width:100px; height: 16px;
background-color:#ffffcf; font-family:arial; font-
size:12px; z-index:100; border: 1px solid #000000;' );
87         d.style.position = 'absolute';
88         d.style.top = "-1000px";
89         d.style.left = "-1000px";
90         d.style.width = "100px";
91         d.style.height = "16px";
92         d.style.backgroundColor = "#ffffcf";
93         d.style.border = "1px solid #000000";
94         d.style.fontFamily = "arial";
95         d.style.fontSize = "12px";
96         d.style.zIndex = 100;
97     }
98     d.style.top = (e.clientY + 10) + "px";
99     d.style.left = (e.clientX + 10) + "px";
100    d.style.height = (16 * content.length)+"px";
101    d.style.visibility = "visible";
102    var sep = "";
103    var result = "";
104    for (var i=0;i<content.length; i++)
105    {
106        result = result + sep + content[i];
107        sep = "<br>";
108    }
109    d.innerHTML = result;
110 }
111
112 function myMaptipsOut(e, content)
113 {
114     e = (e)?window.event:e;
115     var d = document.getElementById('myMaptipsLayer');
116     if (d)
117     {
118         d.style.visibility = "hidden";
```

navigazione.html

```
119     }
120   }
121   </script>
122   <td><cwc2 type="MapTips" defaulttext="&nbsp;" tolerance="2"
maptipsdiv="MapTipsLayer" label="Map Tips" styleresource=
"NavButtons" popupstyleresource="TextButtons" popupwidth="550"
popupheight="475" image="images/icon maptips.png" toolbar=
"false" status="false" menubar="false" onmouseover=
"myMaptipsOver" onmouseout="myMaptipsOut">
123     <image state="normal"/>
124     <image state="selected"/>
125     <image state="hover"/>
126   </cwc2>
127 </td>
128 <!-- PRINTWIDGET -->
129 <td><cwc2 type="PrintProduction" image="icons/icon print.png"
styleresource="NavButtons" popupstyleresource="TextButtons"
PopupWidth="500" PopupHeight="550" Toolbar="false" Status="true"
Menubar="false" Visible="true" template="legend template.html"
ImageTip="Download printable image" Label="Print">
130   <image state="normal"/>
131   <image state="selected"/>
132   <image state="hover"/>
133 </cwc2>
134 </td>
135
```


themes.xml

```
1  <themes>
2    <global>
3      <separator name="Separator" isVisible="yes" src="http://..."/>
4      <themeParams bold="true" font="Arial, Helvetica, sans-serif"
5        size="2" extendAbstract="true" icon="images/park.gif"
6        extendContext="false"/>
7      <groupParams bold="false" font="arial" size="8.25"
8        extendAbstract="true" icon="images/unknown.gif"
9        visible="true"/>
10    </global>
11    <theme name="Emergenze Architettoniche" type="checkbox"
12      ABSTRACT="TBA">
13      <group name="Emergenze Architetto- niche" ABSTRACT="TBA"
14        visible="true" icon="images/atl bo.png">
15        <layer name="atlante_storico"/>
16      </group>
17      <group name="presenze incerte anteriori al 1833" ABSTRACT="TBA"
18        visible="true" icon="images/atl bo.png">
19        <layer name="atlante_storico"/>
20      </group>
21      <group name="presenze anteriori al 1833" ABSTRACT="TBA"
22        visible="true" icon="images/atl bo.png">
23        <layer name="atlante_storico"/>
24      </group>
25    </theme>
26    <theme name="Mura di Bologna" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
27      <group name="Mura di Selenite" ABSTRACT="TBA" visible="true"
28        icon="images/mura.png">
29        <layer name="selenite_mura"/>
30      </group>
31      <group name="Fossato delle mura di Selenite" ABSTRACT="TBA"
32        visible="true" icon="images/foss.png">
33        <layer name="selenite_fossati"/>
34      </group>
35      <group name="Torri delle mura di Selenite" ABSTRACT="TBA"
36        visible="true" icon="images/park.gif">
37        <layer name="selenite_torri"/>
38      </group>
39      <group name="Strade interne ed esterne alle Mura dei
40        Torresotti" ABSTRACT="TBA" visible="true"
41        icon="images/park.gif">
42        <layer name="strade"/>
43      </group>
44      <group name="Mura dei Torresotti" ABSTRACT="TBA" visible="true"
45        icon="images/park.gif">
46        <layer name="mura_torresotti"/>
47      </group>
48      <group name="Termini" ABSTRACT="TBA" visible="true"
49        icon="images/park.gif">
50        <layer name="termini"/>
51      </group>
52      <group name="Torri della Cerchia dei Torresotti" ABSTRACT="TBA"
53        visible="true" icon="images/park.gif">
54        <layer name="torri"/>
55      </group>
56      <group name="Circla" ABSTRACT="TBA" visible="true"
57        icon="images/park.gif">
58        <layer name="Circla"/>
59      </group>
60    </theme>
61    <theme name="Ghetto" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
62      <group name="Porte del ghetto" ABSTRACT="TBA" visible="true"
63        icon="images/atl bo.png">
64        <layer name="porta_ghetto"/>
65      </group>
66      <group name="Strade del Ghetto" ABSTRACT="TBA" visible="true"
67        icon="images/atl bo.png">
68        <layer name="strade_ghetto"/>
69      </group>
70    </theme>
71    <theme name="Caserme austriache" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
72      <group name="caserme" ABSTRACT="TBA" visible="true"
73        icon="images/atl bo.png">
74        <layer name="caserme"/>
75      </group>
```

themes.xml

```
56     </theme>
57     <theme name="Parrocchie Medievali" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
58         <group name="Parrocchie" ABSTRACT="TBA" visible="true"
59             icon="images/atl bo.png">
60             <layer name="Parrocchie"/>
61         </group>
62     </theme>
63     <theme name="Catasto Pontificio" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
64         <group name="Particelle Catastali" ABSTRACT="TBA"
65             visible="true" icon="images/atl_bo.png">
66             <layer name="Catasto"/>
67         </group>
68     </theme>
69     <theme name="Rete" type="checkbox" ABSTRACT="TBA">
70         <group name="Rete Idrica" ABSTRACT="TBA" visible="true"
71             icon="images/atl bo.png">
72             <layer name="rete_idrica"/>
73         </group>
74         <group name="Chiaviche" ABSTRACT="TBA" visible="true"
75             icon="images/atl bo.png">
76             <layer name="chiaviche"/>
77         </group>
78     </theme>
79 </themes>
```


RINGRAZIAMENTI

In questa pagina voglio ringraziare chi mi ha aiutato a concepire e realizzare questo lavoro.

Innanzitutto vorrei ringraziare la professoressa Bocchi e la professoressa Smurra per avermi “aperto” alle tematiche storiche, spronato allo studio e alla ricerca di un risultato sempre migliore.

Vorrei ringraziare il SIGTE (Servei de Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció - Universitat de Girona) e in particolare le persone con cui ho lavorato nell'estate 2007: Irene, Gemma P., Toni, Josep, Marc G., Marc C., Lluís, Rosa, Ferran, Gemma B., Sandra, Suani, Txus, Emma, Aleix, Estel. Grazie per l'accoglienza riservatami che mi ha fatto sentire a casa e per la disponibilità che mi avete dimostrato.

Ringrazio Elena, Paola e Susanna perché oltre ad avermi sopportato mi hanno supportato e mi hanno fornito critiche costruttive e spunti sempre mirati. È una grande fortuna condividere il lavoro e l'amicizia con loro.

Ringrazio mio padre e mia madre, perché, non lo dico mai, ma sono perfettamente consapevole del fatto che senza i loro sforzi e sacrifici non avrei mai raggiunto questo risultato.

Infine ringrazio Lorenzo, perché è lui che mi ha spinto verso questa avventura e verso l'esperienza all'estero. Non solo, ma lo ringrazio anche per aver capito le mie tante domeniche lavorative.

A tutte queste persone e a chi, in questi anni di dottorato, ha gravitato intorno a me, fisicamente o tramite Web, va il mio grazie.

La mia speranza è quella di non aver solo preso, ma è quella di aver anche dato, perché io credo veramente nella condivisione e nella collaborazione.